

零磁空间对金黄仓鼠脑中几种神经递质的影响*

李俊凤** 吴奇久 王 倩 蒋锦昌

金海强 林云芳

(中国科学院生物物理研究所, 视觉信息加工开放实验室, 北京 100101) (国家地震局地球物理研究所, 北京 100081)

摘要 对饲养在近零磁空间 (MFSS) 不同时间的金黄仓鼠大脑皮层、基底核和小脑中氨基酸类抑制性神经递质 γ -氨基丁酸 (GABA)、甘氨酸 (glycine) 及牛磺酸 (taurine) 的含量进行了测定. 与正常地磁环境下饲养的动物相比, 随着时间的推移, 这几种递质在皮层中的含量变化不明显, 在一个月后, 基底核和小脑中 GABA 含量逐渐降低, 而小脑中一个月后 tau 的含量却表现出逐渐升高的趋势. 这些递质的含量变化情况与某些神经疾病患者相应脑区这几种递质的变化表现出类似的规律.

关键词 零磁空间, 小脑, 基底核, 脑皮层, 甘氨酸, 牛磺酸, γ -氨基丁酸

学科分类号 Q421

航空航天事业正在飞速发展, 人们要征服宇宙到太空旅游和生活, 就必须研究太空三大要素——辐射、失重和零磁空间对生物体的影响. 一些科学工作者将微生物、组织培养细胞、昆虫、植物和某些哺乳动物放在模拟零磁环境中观察了亚磁和近零磁空间这单一要素的生物效应. 实验证明, 近零磁环境可以导致动物红血球沉降速度和酶动力学的明显变化, 动物组织培养细胞表现出有丝分裂数目大大减少^[1]; 昆虫寿命缩短和产卵率下降^[2,3]. 延长实验对象在零磁环境中所处时间, 可引起动物体细胞和组织的非正常生长及内部器官的不良变化, 并引起行为异常, 动物变得越来越不活跃、长时间仰卧、站立不稳、寿命缩短等类似某些神经疾患的症状^[4-6]. 在我国国家地震局零磁室中饲养的鸟类其行为变得呆傻, 鸣叫声次明显减少^[7]. 零磁空间对人类影响的观察不多, 其效应主要是引起中枢神经系统的变化^[8]. 从生理学上讲, 引起兴奋愉悦或抑郁呆傻, 除了其他原因引起膜通道的改变外, 主要与兴奋性、抑制性和与情感有关的神经递质变化有关. 但迄今为止均无充分的实验证据. 本文首先对处于近零磁空间不同时间的金黄仓鼠脑中几种重要的氨基酸类抑制性神经递质 γ -氨基丁酸 (GABA)、甘氨酸 (gly) 和牛磺酸 (tau) 的含量变化进行测定. 根据免疫学观察, GABA 和 tau 阳性神经元主要分布在基底核和小脑, gly 主要分布在皮层, 因此我们选择了这几个部位来研究上述几种递质含量在零磁空间影响下的变化情况.

1 材料和方法

1.1 动物处理

实验动物为 2~3 个月的近亲繁殖 20 代的成年纯种金黄仓鼠, 将它们放在近零磁实验场中饲养, 在同一室内正常地磁环境中饲养的金黄仓鼠作为对照. 零磁实验场是由高导磁率坡莫合金构成的圆筒形屏蔽场, 其长轴东西向放置 (图 1). 圆筒中的剩余地磁是不均匀的. a、b、c 为剩余地磁测点, 其地磁强度分别为 100 nT、33 nT 和 15 nT. 动物放在 a 到顶部的空间饲养. 分别在饲养第 10、20、30、60、90 和 180 天时测量递质的含量. 每次测量样品数为 5 只金黄仓鼠. 对照鼠放在与实验场形状相同的木制圆筒中, 圆筒内的磁场强度与北京地区的地磁强度相同, 为 54 000 nT, 实验场的剩余地磁强度约为对照场的千分之一, 近于零磁空间.

1.2 递质的测定

基本采用常规纸层析法^[9]. 为了取材部位准确及尽量减少递质的损失, 取材时将方法稍加改进. 按以下步骤进行: 将动物直接投入液氮中迅速处死, 砍下头部在 -30℃ 左右的冰冻台上剥开颅骨, 暴露出脑, 根据脑图谱取出小脑、基底核和皮层组织, 称重后分别放入三个小研钵中, 在室温下

* 国家自然科学基金资助项目 (39770196).

** 通讯联系人.

Tel: 010-64888538, E-mail: lvit@sun5.ibp.ac.cn

收稿日期: 2000-05-29, 接受日期: 2000-08-23

边加液氮边研磨, 将组织尽量研碎, 然后加入 10 倍量预冷无水乙醇, 混匀摇动, 3 000 r/min 离心, 取其上清液按常规法在高级定量层析纸上点样、层

析、显色, 在 BeckmanDU-7500 型分光光度计上测其 A 值. 根据预先用标准样品制作的标准曲线算出单位脑组织中所测氨基酸的含量.

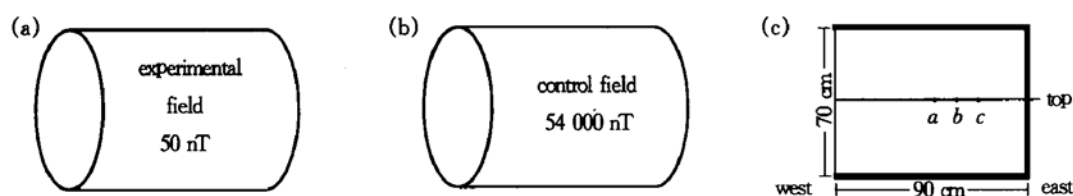


Fig. 1 The schematic diagram of orientation and magnetic field intensity of experimental and control field

(a) The magnetic field approaching zero round tube (experimental field). (b) terrestrial magnetic field round tube (control field). (c) a , b and c are the determine point of residual magnetic, their terrestrial magnetic intensity are 100 nT, 33 nT and 15 nT respectively. The animals were placed in the space from point a to the top.

2 结果和讨论

因为北京地区的地磁场强度一般不会随时间而变化, 故在正常地磁场下饲养作为对照的金黄仓鼠, 只取一组作为各时间段实验鼠的对照. 表 1 为

对照鼠小脑、基底核和皮层中上述三种递质的含量, 表 2 为不同时间段实验鼠的实验结果. 每个数据均为 5 只金黄仓鼠的平均值, 并用统计学方法得出概率为 95% 的置信区间 ($P < 0.05$). 图 2 为不同时间段实验鼠三种递质的变化情况.

Table 1 Content of three neurotransmitters of cortex, basilar nucleus and cerebellum in hamster living in normal terrestrial magnetic field

Contents of neurotransmitters/ $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ ¹⁾								
Cortex			Basilar nucleus			Cerebellum		
GABA	gly	tau	GABA	gly	tau	GABA	gly	tau
2.27 ± 0.28	1.45 ± 0.28	3.82 ± 0.38	3.09 ± 0.46	1.14 ± 0.25	5.10 ± 0.49	3.01 ± 0.48	1.40 ± 0.22	4.92 ± 0.45

¹⁾ $P < 0.05$.

Table 2 The content of three neurotransmitters in cortex, basilar nucleus and cerebellum of hamster living in magnetic free field space (MFFS) for different time

Region	Neurotransmitters	Living time in MFFS (day) and contents of neurotransmitters ($\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$) ¹⁾					
		10	20	30	60	90	180
cortex	GABA	2.32 ± 0.34	2.44 ± 0.54	2.17 ± 0.33	2.24 ± 0.38	2.43 ± 0.48	2.28 ± 0.35
	gly	1.37 ± 0.27	1.30 ± 0.38	1.62 ± 0.45	1.24 ± 0.36	1.54 ± 0.43	1.46 ± 0.37
	tau	3.57 ± 0.43	4.04 ± 0.55	3.89 ± 0.48	3.69 ± 0.37	3.61 ± 0.30	4.14 ± 0.47
basilar nucleus	GABA	3.62 ± 0.74	3.85 ± 0.32	3.19 ± 0.58	3.26 ± 0.52	3.13 ± 0.61	2.96 ± 0.41
	gly	1.18 ± 0.26	1.02 ± 0.23	1.10 ± 0.32	1.21 ± 0.27	1.32 ± 0.21	1.13 ± 0.25
	tau	4.94 ± 0.34	5.31 ± 0.35	5.04 ± 0.43	4.81 ± 0.30	5.09 ± 0.41	5.43 ± 0.47
cerebellum	GABA	2.95 ± 0.43	3.11 ± 0.29	2.90 ± 0.53	2.74 ± 0.66	2.48 ± 0.49	2.47 ± 0.52
	gly	1.47 ± 0.21	1.24 ± 0.32	1.51 ± 0.33	1.55 ± 0.37	1.27 ± 0.34	1.39 ± 0.28
	tau	4.80 ± 0.43	4.75 ± 0.37	4.95 ± 0.32	5.16 ± 0.49	5.47 ± 0.54	5.43 ± 0.41

¹⁾ $P < 0.05$.

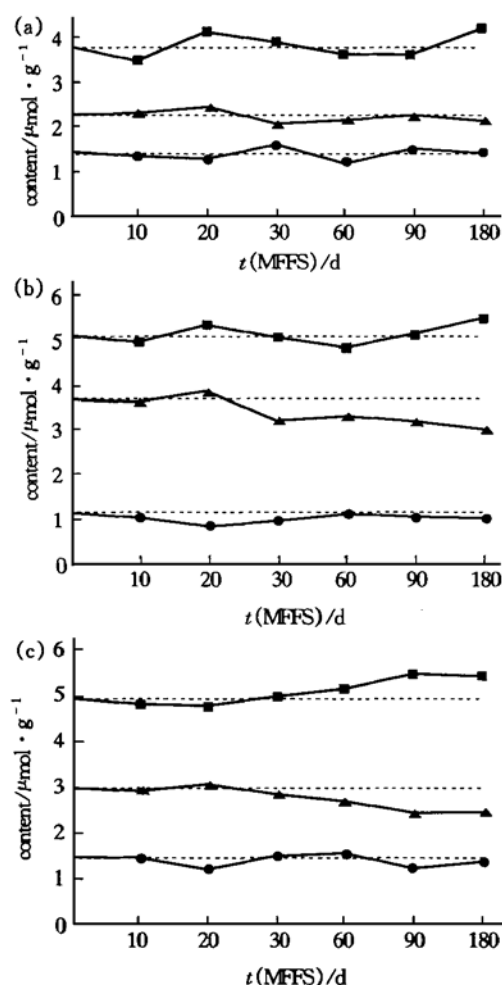


Fig. 2 The changes of contents of three neurotransmitters in cortex, basilar nucleus and cerebellum of hamster living in magnetic free field space (MFPS) for different time

■—■: tau; ▲—▲: GABA; ●—●: gly; ...: content of neurotransmitter in control hamster. (a) cortex; (b) basilar nucleus; (c) cerebellum.

从以上结果可以发现几个现象: a. 金黄仓鼠脑中所测部位的三种递质的含量都比较高, 其值均达 μmol 每克湿脑重, 就其分布而言, GABA 和 tau 主要集中在基底核和小脑, gly 在皮层中含量较多, 这与一些研究的结果是一致的^[10,11]. b. 在皮层中, 与对照鼠之测量值比较, 实验鼠的三种递质含量虽然随着处于实验场的时间延长而稍有变化, 但都在对照鼠测量值 (图 2 之虚线) 上下波动. 在基底核中, tau 和 gly 表现出类似皮层中同样的波动规律, 但 GABA 含量却在 2 个月后随时间延长而逐渐降低. 在小脑中, GABA 含量在 1 个月有所降低, 而 tau 从 1 个月开始上升. 在三个脑区中只有 gly 的变化不明显. c. 金黄仓鼠脑中上述三种递质

在零磁空间影响下的变化不是短时间内产生的, 一般在 1~2 个月后才出现.

以上结果表明, 长时间处于零磁空间中的动物其脑中某些氨基酸类抑制性神经递质的含量将受到影响. 另外, 零磁空间对不同脑区递质的影响程度也不完全一致. 如皮层中所测三种递质含量并不随时间的延长而变化, 这可能与各脑区的功能有关, 对人来说, 皮层是负责信息整合加工、逻辑推理等高级神经活动, 而基底核则属于皮层下结构, 其功能不如皮层复杂, 小脑负责和运动有关信息、行走、身体平衡等. 虽然动物和人脑有极大的区别, 但它们脑的不同部分也担负不同的功能. 本实验结果表明, 零磁空间可能主要对皮层下产生影响, 而对皮层影响较小.

在对基底核和小脑氨基酸类抑制性递质的研究过程中有些作者发现, 亨廷顿氏舞蹈病患者基底核中 GABA 及其合成酶 GAD 的含量显著降低, 但前额叶中 GAD 含量却正常^[12,13]. 患有小脑变性症的人, 其小脑中 GABA 含量减少, 而 tau 却比正常人增加^[14], 这种变化倾向与本实验观察到的结果十分类似. 众所周知, 亨廷顿氏舞蹈病是非随意运动和精神障碍为特征的疾病, 小脑变性症是以运动失调为主, 两者都能导致运动行为失调, 与长期饲养在近零磁空间的韦伯斯特大鼠和金黄仓鼠所表现出来的症状非常相似^[4]. 从本实验观察到的某些脑区中递质变化的情况和动物行为分析, 长期处于零磁空间的韦伯斯特大鼠和金黄仓鼠可能患有类似上述疾病的综合症. 但这种综合症是首先由于零磁效应导致递质减少引起的还是由于其他原因产生疾病从而导致递质的变化, 是需要进一步研究的问题.

参 考 文 献

- 1 Sosunov A V, Golubchak B A, Semkin V Y, *et al.* Observation on some biological processes in shielded spaces. Proc Symp, Moscow, 1972, 144~146
- 2 Afonina V M, Chernyshev V B, Yarovenko S A. Effect of shielding from electromagnetic field on life span of drosophila. In: Afonina V M ed. Effect of Natural and Weak Artificial Magnetic Fields on Biological Objects. Belgorad: Belgorad Press, 1973. 83~84
- 3 Travkin M P, Antipova N M. Effect of reduced magnetic field on development and fecundity of drosophila melanogaster. In: Afonina V M ed. Effect of Natural and Weak Artificial Magnetic Fields on Biological Objects. Belgorad: Belgorad Press, 1973. 82
- 4 Busby D E. Space biomagnetics. Space Life Sci, 1968, 1 (1): 23
- 5 Halpern M H, van Dyke J H. Very low magnetic field, Biological effects and their implication for space exploration. Aerospace Med,

- 1966, 37 (3): 281
- 6 李俊凤, 吴奇久, 王倩, 等. 零磁空间和金黄仓鼠的白化. 中国学术期刊文摘, 1999, 5 (6): 781~ 783
Li J F, Wu Q J, Wang Q, *et al.* Chinese Science Abstracts, 1999, 5 (6): 781~ 783
 - 7 蒋锦昌, 金海强, 林云芳, 等. 零磁空间对虎皮鹦鹉声行为的影响. 地震学报, 1998, 20 (4): 421~ 426
Jiang J C, Jin H Q, Lin Y F, *et al.* Acta Seismological Sinica, 1998, 20 (4): 421~ 426
 - 8 Beischer D E, Miller F F, Knepton J C. Exposure of man to low intensity magnetic field in a coil system. NASA-NAMI Joint Report, 1976, 1018
 - 9 张龙翔, 张庭芳, 李令媛, 等. 生化实验方法和技术. 北京: 人民出版社, 1981, 288~ 299
Zhang L X, Zhang T F, Li L Y, *et al.* Experimental Methods in Biochemistry. Beijing: People's Publishing House, 1981. 288~ 299
 - 10 河井百合子, 木山博资, 洼田芳之, 等. 神经系における各重活性物質の局在. In: 盐谷弥兵卫编, 目で見える脳の構造と生活物質. 大阪: 厚生社, 1987, 143~ 188
Kawai Y, Hiroki K, Kubota Y, *et al.* The distribution of several reactive substances. In: Yahe Shiotani eds. The Structure and Reactive Substances Visible to the Naked Eyes in the Brain. Osaka: Kosei Press, 1987, 143~ 188
 - 11 吴奇久, 李俊凤. 金黄仓鼠视觉中枢的甘氨酸免疫阳性神经元. 生物化学与生物物理进展, 1999, 26 (6): 379~ 381
Wu Q J, Li J F. Prog Biochem Biophys, 1999, 26 (6): 379~ 381
 - 12 Perry T L. Huntington's chorea: Deficiency of γ aminobutyric acid in brain. N Engl J Med, 1973, 288 (7): 337~ 342
 - 13 Bird E D, Mackay A V, Rayner C N, *et al.* Reduced glutamic acid-decarboxylase activity of post-mortem brain in Huntington's chorea. Lancet, 1973, 1: 1090~ 1092
 - 14 Perry T L. Taurine in dominantly inherited cerebellar atrophies and other human neurological disorders. In: Barbeau A, Huxtable R J, eds. Taurine and Neurological Disorders, New York: Raven Press, 1978, 441~ 451

Effect of Magnetic Free Field Space (MFFS) on GABA, Glycine and Taurine of Cortex, Cerebellum and Basilar Nucleus in Hamster^{*}

LI Jun-Feng^{**}, WU Qi-Jiu, WANG Qian, JIANG Jin-Chang

(Laboratory of Visual Information Processing, Institute of Biophysics, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

JIN Hai-Qiang, LIN Yun-Fang

(Institute of Geophysics, State of Seismological Bureau of China, Beijing 100081, China)

Abstract The content of GABA, glycine and taurine in cortex, cerebellum and basilar nucleus of hamster living in the magnetic free field space was determined in different time. The change of three neurotransmitters is not distinct with the lapse of time in cortex. The GABA was decreased gradually in cerebellum and basilar nucleus and the taurine was increased in cerebellum after a month. This change is similar with that of corresponding area in the brain of some kinds of neuropathes.

Key words magnetic free field space, cerebellum, basilar nucleus, cortex, glycine taurine, GABA

^{*} This work was supported by a grant from National Natural Sciences Foundation of China (39770196).

^{**} Corresponding author. Tel: 86-10-64888538, E-mail: lvit@sun5.ibp.ac.cn

Received: May 29, 2000 Accepted: August 8, 2000