

稳恒磁场强度对小鼠骨髓细胞和精母细胞的遗传效应研究

端礼荣¹, 唐艳玲¹, 刘丽群¹, 吴全义², 刘芳平²

(1. 江苏大学医学院预防医学系, 江苏 镇江 212001; 2. 江苏大学理学院物理学教研室, 江苏 镇江 212001)

摘要: 稳恒磁场强度为 40 mT、50 mT、60 mT、100 mT, 作用 30 d 后测定分析小鼠初级精母细胞染色体畸变率和骨髓嗜多染红细胞微核率。稳恒磁场强度为 40~60 mT 时, 对小鼠初级精母细胞染色体畸变的发生无明显影响; 稳恒磁场强度为 100 mT 时, 可致小鼠初级精母细胞染色体畸变、小鼠骨髓嗜多染红细胞微核率显著增高。说明高强度磁场对体细胞和生殖细胞有致突变性。

关键词: 稳恒磁场强度; 小鼠; 初级精母细胞; 染色体畸变; 微核实验

中图分类号: R114 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2003)03-0169-02

Experimental study on genetic effects of static magnetic field on bone marrow cells and spermatocytes in mice

DUAN Li-rong¹, TANG Yan-ling¹, LIU Li-qun¹, WU Quan-yi², LIU Fang-ping²

(1. Department of Preventive Medicine, School of Medicine, Jiangsu University, Zhenjiang, Jiangsu 212001, China; 2. Faculty of Science, Jiangsu University, Zhenjiang 212001)

Abstract: Six groups of male Kunming mice exposed to 0 mT (negative control), 40 mT, 50 mT, 60 mT, 100 mT of static magnetic field respectively, for 30 days. A group of mice were treated with cyclophosphamide at dose of 145 mg/kg body weight served as positive control group. Genetic toxicity was evaluated with chromosome aberration (CA) in primary spermatocyte and micronucleus (MN) in the bone marrow of the rats as the endpoints. Results showed that 40~60 mT of static magnetic field did not increase the rates of structural chromosome aberration in the primary spermatocyte, however, as intensity of static magnetic field reached 100mT, the rates of CA in primary spermatocyte and euchromosomal micronucleus in the bone marrow of the rats increased significantly. It suggests that high intensity of static magnetic field could have mutagenic effects on the primary spermatocyte and bone marrow cells.

Key words: Static magnetic field; Primary spermatocyte; Chromosomal aberration; Micronucleus; Bone marrow cell

人们关于不同磁场对生物机体不同层次的作用效应做了大量的研究。但磁场对人类及生物的负面效应在目前尚无定论, 对于其各类磁场强度(阈域)安全没有统一标准^[1]。为此我们以小鼠体内骨髓细胞微核和小鼠初级精母细胞染色体畸变实验(微核是公认的能反映 DNA 和 RNA 遗传变异的敏感指标之一), 进行不同稳恒磁场强度(40~100 mT)对遗传物质影响的研究, 探讨人们长期接触磁场所产生的危害性, 为磁场的安全利用和应用于医学的辅助治疗提供科学依据。

1 材料与与方法

1.1 磁场装置

在 24 cm×14 cm 的方形小鼠饲养塑料盒底面按等距均匀贴上稳恒磁场, 由镇江金港磁性元件有限公司提供的表面积为 10 cm×10 cm 的铁氧体磁铁, 充磁后磁铁两异极相对, 用上海产 CF-3 特斯拉计测量, 分析其间稳恒磁场强度分别为 40 mT、50 mT、60 mT、100 mT。

1.2 实验动物和试剂

实验动物为江苏大学医学院实验动物中心提供的健康昆明种小鼠, 体重为 20~25 g, 环磷酰胺(CP)为上海制药公司提供, 秋水仙碱等试剂均是国内产品。

1.3 初级精母细胞染色体畸变分析

将实验动物随机分成 6 组, 每组 6 只(雄性小鼠)。其中设阴性对照组(生理盐水 0.4 ml)和阳性对照组(CP), 分别放入 24 cm×14 cm 的方形小鼠饲养塑料盒(无磁场处理), 阳性对照组动物处死前 24 h 腹腔注射 145 mg/kg 剂量的 CP; 再将小鼠按稳恒磁场强度不同设 40 mT、50 mT、60 mT、100 mT 组, 分别置于不同磁场强度小鼠盒中, 每日 24 h 在盒内自由活动持续 30 d。用空气干燥法常规制片^[2], 每只动物观察 100 个中期分裂相细胞, 记录发生畸变的数量, 观察结果以每个细胞的畸变率表示。

1.4 小鼠骨髓细胞微核实验^[3]

选体重 20~22 g 小鼠 36 只, 随机分成 6 组, 每组 6 只, 雌雄各半, 于 4 个不同磁场强度下作用 24 h、48 h、72 h。阴性、阳性对照组设置同前, 先后 3 次暴露于磁场后 6 h 处死动物。取胸骨骨髓细胞(双侧股骨骨髓细胞), 按常规方法固定染色, 每只小鼠计数 1 000 个嗜多染红细胞(PCE), 统计其中微核率。

1.5 统计学分析采用 F 和 χ^2 检验。

2 结果

2.1 初级精母细胞染色体畸变分析

表 1 可看出, 环磷酰胺阳性对照组初级精母细胞染色体畸变率与阴性对照组比较差异有显著性($P < 0.01$), 证明本

收稿日期: 2002-11-25; 修回日期: 2003-01-20

作者简介: 端礼荣(1954-), 男, 南京市人, 副教授, 主要从事遗传毒理学和环境毒理学研究。

次实验结果是可靠的。稳恒磁场强度 40~60 mT 之间与阴性对照组比较, 未见明显变化, 当稳恒磁场强度达 100 mT 时染色体畸变发生率为 13%, 差异有显著性 ($P < 0.05$)。

表 1 稳恒磁场强度对小鼠初级精母细胞染色体畸变率的影响

组别	n	观察细胞数(个)	畸变细胞数	畸变细胞率(%)
稳恒磁场组				
40 mT	6	600	4	0.7
50 mT	6	600	8	1.3
60 mT	6	600	9	1.5
100 mT	6	600	78	13*
阳性对照组	6	600	422	70.3**
阴性对照组	6	600	6	1.0

与阴性对照组比 * $P < 0.05$ ** $P < 0.01$, 下表同。

2.2 小鼠骨髓细胞微核观察

结果见表 2。稳恒磁场强度 40~60 mT 作用时间为 24 h、48 h 微核率无显著性差异 ($P > 0.05$)。100 mT 组作用 72 h 微核率与对照组比较差异有显著性 ($P < 0.05$), 表明在 100 mT 稳恒磁场下作用 72 h 可能诱发小鼠骨髓细胞微核率增加。

表 2 稳恒磁场强度对小鼠骨髓 PCE 微核率的影响 (n=6)

组别	24h		48h		72h	
	微核数(个)	微核率(%)	微核数(个)	微核率(%)	微核数(个)	微核率(%)
稳恒磁场组						
40 mT	5	0.8	8	1.3	10	1.7
50 mT	6	1.0	10	1.7	18	3.0
60 mT	18	3.0	22	3.7	32	5.3
100 mT	20	3.3	30	5.0	44	7.3*
阳性对照组	178	29.7**	189	31.5**	228	38.0**
阴性对照组	3	0.5	5	0.8	8	1.3

3 讨论

微核是染色体的断片或迟滞的染色体在细胞有丝分裂后期不能进入子代细胞核中, 而在间期的子代细胞胞浆内形成的游离团块物质, 初级精母细胞染色体畸变分析是观察化学和物理因素对生殖细胞是否有遗传毒性作用的一种可靠检测手段。磁生物效应具有阈值性和时间积累性, 不同组织细胞对磁场的反应不同, 不同磁场作用的深浅不一。有文献报道

长时间接受或暴露于磁场后, 会对细胞、酶、内分泌、代谢、血液、心血管功能、胃肠道、神经系统、生殖细胞和胚胎等产生影响^[4]。国外有关磁场研究报道提出的交变磁场对机体作用可引起细胞、组织系统的变化, 以及流行病学调查提示在高强度磁场情况下接受者患癌症可能性增高^[5]。我们研究结果显示, 稳恒磁场强度为 40 mT、50 mT、60 mT 组小鼠染色体结构畸变发生率和骨髓嗜多染红细胞微核率与阴性对照组比较, 差异无显著性 ($P > 0.05$)。在实验期间动物行为上出现明显的烦躁不安现象, 但体重均无明显差异。当稳恒磁场强度达到 100 mT 时染色体结构畸变发生率和小鼠骨髓嗜多染红细胞微核率与对照组比较差异有显著性 ($P < 0.01$)。说明不同的细胞对相同的磁场强度有不同的敏感性; 相同的细胞在不同的磁场强度下, 其反应也不同; 对细胞产生的磁生物效应的大小与细胞在磁场下处理的时间长短有关; 磁场对细胞产生效应, 因细胞所处的细胞周期不同而不同。因此, 可以根据细胞质内的微核来判断稳恒磁场强度对染色体的致畸效应。由于电磁场在生物体内会产生感应电流, 影响生物细胞膜的渗透性, 也可能作用于染色体的化学键, 使染色体片断断裂形成微核。磁场与生物体之间的相互作用是一个非常复杂的过程, 不宜过早和过分夸大它的生物效应, 应进一步深入研究, 以便寻找合理有效的防范措施。

参考文献:

[1] Feychting M, Ahlbom A. Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish highvoltage power lines [J]. Am J Epidemiol. 1993, 138 (7): 467.

[2] 戴维, 布鲁西克. 遗传毒理学原理 [M]. 上海: 复旦大学出版社, 1987, 64.

[3] Jaulin C, Feneux D, Semes C, et al. Sperm factors related to failure of human in vitro fertilization [J]. J Rep Fert. 1986, 76: 735.

[4] 夏绪刚, 黄兆民. 近十五年国内磁医学研究进展 [J]. 中华物理医学杂志, 1995, 17 (2): 120.

[5] 邓文. 磁场对机体的影响和防护 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1990, 8 (6): 378-381.

(上接第 162 页)

2 讨论

羊膜是由一种很薄的半透明组织形成的包绕胎儿侧的内层膜, 无血管、神经及淋巴, 具有一定弹性^[2]。它由上皮构成, 其下有一个较厚的连续性基底膜, 其特点: (1)本身没有血管, 可避免免疫排斥反应的发生; (2)保存的人羊膜可以促进正常结膜上皮化; (3)羊膜基质对成纤维细胞表达细胞因子的水平具有调节作用, 能消除炎症及瘢痕化, 重建正常上皮表型; (4)具有很强的抗粘附效果, 羊膜移植有助于防止睑球粘连的发生; (5)保存的人羊膜无抗原, 避免了活体移植排斥反应的发生; (6)取材容易, 应用性几乎不受限制。

本组选择中度化学性灼伤患者, 主要是考虑此类患者角膜缘干细胞损伤不重, 可单纯行羊膜移植治疗, 观察羊膜移植的效果。结果显示 15 例患者 (16 只眼) 中有 14 例 (15

只眼) 取得了良好疗效, 阻止了角膜进行性溶解、坏死, 避免了角膜穿孔, 且伤眼的虹膜未见明显萎缩的征象, 无新生血管和假性胬肉侵入角膜表面, 术后视力有不同程度地提高。随访 3 个月, 无睑球粘连发生, 充分证明了保存的人羊膜移植治疗眼部化学性灼伤的作用。

本组仅 1 例患者未获得预期疗效, 其原因主要是该患者受伤后就诊时间较晚, 失去了早期救治的机会。由此可见, 眼部化学性灼伤, 就诊时间越早, 治疗效果越好。建议对该类疾病的高危人群要加强教育, 使其了解该疾病的危害性, 并学会早期自救及提高就诊意识, 减少并发症的发生。

参考文献:

[1] 李学东. 羊膜移植术治疗兔重度角膜碱烧伤后遗血管性角膜白斑 [J]. 眼科研究, 1998, 16 (2): 115-117.

[2] 许军, 徐艳春. 羊膜移植与碱灼伤眼球表面的重建 [J]. 中华实用眼科杂志, 2000, 18: 390-391.