

参 考 文 献

- [1] Stroud, R. M. et al.: *J. Mol. Biol.*, **83**, 185, 1974.
[2] Blow, D. M. et al.: *Nature*, **221**, 337, 1969.
[3] Alden, R. A. et al.: *Biochem. Biophys. Res. Comm.*, **45**, 337, 1971.
[4] Bode, W. et al.: *J. Mol. Biol.*, **98**, 693, 1975.
[5] Krieger, M. et al.: *J. Mol. Biol.*, **83**, 209, 1974.
[6] Umeyama, H. et al.: *J. Theor. Biol.*, **41**, 485, 1973.
[7] Kollman, P. A. et al.: *J. Amer. Chem. Soc.* **103**, 2955, 1981.
[8] Amidon, G. L.: *J. Theor. Biol.*, **46**, 101, 1974.
[9] Scheiner, S. et al.: *Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A.*, **72**, 2606, 1975.
[10] Scheiner, S. et al.: *Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A.*, **73**, 432, 1976.
[11] Mankley, J. L. et al.: *Biochemistry*, **17**, 4627, 1978.
[12] Bachorcin, W. W. et al.: *J. Am. Chem. Soc.*, **100**, 8041, 1978.
[13] Umeyama, H. et al.: *Chem. Pharm. Bull.*, **29**, 918, 1981.
[14] Szaao, G. Naray. et al.: *Inter J. Quant. Chem.*, **7**, 397, 1980.

【本文于1982年5月21日收到】

噪声暴露对诱发脑电图脉冲响应的影响

封根泉

(中国环境科学研究院)

吴景学

(中国科学院环境化学研究所)

宋子中

(铁道部劳动卫生研究所)

黄金英 方丹群

(北京市劳动保护研究所)

吴 坚

(中国民用航空总局卫生处)

一、引 言

通过电子计算机的方法研究脑电图诱发电位是近二十来年的事^[1]。二十年来,这方面的研究有许多新的发现,但多限于对各个波峰、波谷的潜伏期、振幅等与波形直接有关的参数的分析,而且只有极少数作者作了进一步的数学分析^[2,3]。

自动调整理论在生物学上的应用开始于四十年代末五十年代初^[4,5]。近年对脑电图也已有人采用此理论的某些方法进行分析,但很少有人对脑电图诱发电位进行系统的分析研究。

我们(协作组)在前几年的工作中发现:多年职业性噪声(80分贝*以上)暴露的工人,神经衰弱症候群的出现率随着噪声强度的增大而升高^[6]。但是缺乏说明这种神经系统功能不良的客观的确切的神经生理学指标。以自动调整理论为指导,通过电子计算机方法寻求这种指

标,正是协作组从事制定我国噪声标准研究的课题之一。

二、方 法

一、实验分组

1、对照组 无强噪声暴露史,年龄 19—20 岁的正常年青人。只记录诱发脑电图,每人 1 次(每次记录 3 分钟,下同)。

2、短时间暴露组 无强噪声暴露史的正常青年人,年龄 19—20 岁。噪声暴露 2 小时,强度 75、80、85、90 分贝;每人各种强度各试验 1 次,每次暴露 120 分钟后记录诱发脑电图 1 次。

3、职业性暴露组 在噪声环境中工作十年以上的印刷工人,年龄 25—45 岁。每人上班前半小时左右及下班后半小时左右分别描记诱

* 本文所称分贝,均系分贝 A, 参考 0.00002 牛顿/米²。

发脑电图1~2次。噪声强度分别为75、85、90、95分贝。每天的工作时间为7小时,劳动强度中等。95分贝组受试者中的6人进行了2次试验,其中1次在工作期内耳塞防护,以减少噪声的影响(以下称作“防护组”)。

以上各组受试者均无严重疾患。耳鼓膜正常,无影响听力的病史。除职业性噪声暴露外,无其他足以影响听力的强噪声暴露史。

二、脑电图记录 用意大利珈利略厂所产E8a脑电图仪进行墨水笔描记。同时用日本TEAC厂所产(RL10型)磁带记录器记录。记录电极安放于左右枕部各1个,(O₁, O₂),参考电极安放于双耳耳垂,前额接地。记录时人体用铜网屏蔽。受试者闭目,身体松弛,坐姿,在眼的正前方1米距离上,用一个临床脑电图描记时所用的绿色闪光灯作光源。要求受试者心中计算次数,满120次时,向主试者口头报告一次。

三、脑电图的计算处理 脑电图的磁带记录信号,用日本三荣厂7T08医用电子计算机进行计算处理。以左枕脑电信号作为输入,右枕脑电信号作为输出,求取脉冲响应,用X—Y记录仪进行描记。计算处理的参数如下:取样时间每1毫秒1次,每次闪光作为1段,每段512个样点,共取50段平均之。增益:左枕:

右枕为1:1; K = 4。

四、数据的取用 每一个脉冲响应图取用下列数据:(1)第1峰的峰值振幅;(2)第1谷的谷值潜伏期;(3)第2峰的峰值潜伏期;(4)第2峰的峰值振幅(即由第1谷到第2峰的幅值)。

除了取用以上数据外,还对“后波动”现象作了分析。“后波动”的定义:第2峰以后所出现的任一波峰或波谷,超过背景值(背景值即时间为负值期内的最高波峰或波谷值)的数值(以下称作“后波动值”)大于第1峰的峰值振幅的2%的变化,(以2%作为基准,乃是由于对照组的最大后波动值为第1峰的峰值振幅的2%)。

注:少数受试者脑电图 α 节律频段不出现功率谱的主峰,其脑电图与其他受试者有很大的不同,数据处理时均未采用。

五、神经性症状的调查 对受试者进行询问,了解其神经性症状的出现情况,并填表进行统计分析。神经性症状包括头痛、头晕、耳鸣、记忆减退、夜间多梦、睡眠干扰、心悸等。

三、结 果

1. 后波动分析 由表1可见,职业性暴露

表 1 各组诱发脑电图脉冲响应后波动出现情况

组 别		暴 露 前		暴 露 后	
		总人次	后波动出现人次	总人次	后波动出现人次
对 照 组		5	0		
短 时 间 暴 露	75分贝组			4	0
	80分贝组:			5	0
	85分贝组:			5	0
	90分贝组:			5	0
职 业 性 暴 露	75分贝组	8	0	7	0
	85分贝组:	6	1	6	0
	90分贝组:	10	1	8	1
	95分贝组:	18	1	10	2
95分贝防护组		—	—	6	2
总 计		47	3	56	5

注: χ^2 考验: 对照组,其它各组(合并)与85,90,95分贝组(包括防护组)(合并)差异显著 ($P<0.01$); 85,90与95分贝各组之间差异不显著。

表 2 各组诱发脑电图脉冲响应有关参数平均值表

有关参数 组别		工 作 前			工 作 后			
		第一峰的峰值振幅〈相对单位〉	潜伏期〈相对单位〉		第二峰的峰值振幅〈相对单位〉	第一峰的峰值振幅〈相对单位〉		第二峰的峰值振幅〈相对单位〉
			第一谷	第二峰		第一谷	第一峰	
对 照 组		39.8	6.2	8.8	1.2	—	—	—
短时间暴露组	75 分贝	—	—	—	—	—	7.3	13.0
	80 分贝	—	—	—	—	—	4.6	8.2
	85 分贝	—	—	—	—	—	7.6	10.2
	90 分贝	—	—	—	—	—	7.2	8.8
职业性暴露组	75 分贝	42.8	9.8	18.0	4.3	53.3	8.6	18.0
	85 分贝	43.5	10.8	19.0	6.8	44.5	8.3	17.0
	90 分贝	44.3	9.2	19.2	4.4	51.5	9.0	18.8
	95 分贝	47.6	9.7	19.1	3.6	49.2	8.6	19.7
95 分贝防护组		—	—	—	—	41.3	10.2	16.7
								2.6

90 和 95 分贝组工作前、工作后和防护组共出现后波动 8 次,与对照组,短时间暴露组和职业性暴露 75 分贝组的差异, χ^2 检验达显著水平 ($P < 0.05$)。其他各组与对照组后波出现率均为 0,即差异均不显著。职业性暴露 90、95 分贝组工作前、工作后和防护组之间差异也不显著。

2. 其他参数分析 由表 2 可见,所有各组之间第 1 峰的峰值振幅,第 1 谷的谷值潜伏期均未见明显差异。但第 2 峰的峰值潜伏期对照组与短时间暴露组差异不明显,而与职业性暴露各组差异明显 (F 检验, $P < 0.05$)。

注:对照组、短时间暴露组与职业性暴露组之间第 2 峰潜伏期和第 2 峰振幅差异明显 ($P < 0.05$),其余差异均不显著。

3. 神经性症状的调查 诱发脑电图脉冲响应出现后波动的受试者,症状平均每人有 5.8 项;而未出现后波动的受试者,平均仅 3.2 项, t 检验差异显著 ($P < 0.05$)。

四、讨 论

1. 一般希望一个自动调整系统的脉冲响应具有快的潜伏期,小的“超调”现象和小的后波动现象。例如汽车工作时,常常要求后波动值在 1.6 秒时间之后,处在不超过背景值的 $\pm 5\%$ 范围之内。对于大脑两半球的信息传递来说,

这些要求原则上是适用的。

2. 对照组、短时间暴露组和职业性暴露 85 分贝以下各组,未出现诱发脑电图脉冲响应的后波动,说明 75 分贝,不足以引起此种现象。

3. 职业性暴露 85、90、95 分贝组工作前、工作后和防护组后波动出现率并无明显差异,说明对大脑两半球信息传递功能的这种影响,主要是 85 分贝以上超过十年的长期职业性噪声暴露所造成,而不是实验当天噪声暴露的后果。短时间暴露组后波动出现率与对照组并无明显差异的事实也支持了这一看法。

4. 职业性暴露各组与对照组和短时间暴露组比较,诱发脑电图脉冲响应第 2 峰潜伏期和峰值振幅明显增大。说明职业性噪声(75 分贝以上),暴露时间较长(十年以上),可能造成大脑两半球脑电图信息传递的调整过程变慢。不过这一点尚需进一步验证。

5. 诱发脑电图脉冲响应出现后波动的人,神经性症状出现项目多于未出现后波动的人,这进一步说明了,后波动现象的出现,乃是神经系统功能不良的一种表现。

6. 本文所获得的材料对于阐明大脑两半球相应部位间的信息传递过程具有意义。本文所得的事实表明,大脑两半球枕部在灯光诱发条件下,神经电信号的信息传递可以用脉冲响应的模式予以表达:

$$IH_{xy}(f) = F^{-1}(H_{xy}(f)) \\ = F^{-1}\left(\frac{S_y(f)S_y(f)^*}{S_x(f)S_x(f)^*}\right)$$

式中 $IH_{xy}(f)$ 表示脉冲响应, F^{-1} 表示福里哀氏逆变换, $H_{xy}(f)$ 表示左枕—右枕脑电的传递函数, S_x 和 S_y 分别表示左枕和右枕脑电函数的福里哀氏变换, * 表示共轭复数。

从本文所得的结果里,可以得到正常青年人左枕—右枕脑电脉冲响应第 1 峰的振幅平均为 39.8 (相对单位),第 2 峰的振幅为 1.2 (相对单位),而 75~95 分贝(A)噪声职业性暴露十年以上的人上述振幅平均增大为 42.8~47.6 和 3.6~6.8 (均相对单位)。正常青年人左枕—右枕脑电脉冲响应第 1 谷的潜伏期平均为 6.2 (相对单位),第 2 峰的潜伏期为 8.8 (相对单位),而 75~95 分贝(A)噪声职业性暴露十年以上

的人,上述潜伏期则分别延长为 9.2~10.8 和 18.0~19.2 (均相对单位)。上述差别在工作日完毕之后一小时,与工作前比较,并不明显(详见表 2)。

参 考 文 献

- [1] 封根泉、孟繁荣:《医学参考资料》,1977 年,第 7 期,311 页。
- [2] Sklar, B, Hanley, J. & Simmons, W. W.: *Nature* (London), **240**, 414, 1972。
- [3] Busk, J. & Galbraith, G. S.: *EEG Clinical Neurophysiol*, **38**, 425, 1975。
- [4] Weiner, N.: *Cybernetics on Control and communication to the Animal and the Machines*, Hermann, Paris, 1958。
- [5] 封根泉:《人体工程学》,甘肃人民出版社,1980。
- [6] 方丹群、封根泉等:《劳动卫生与环境医学》,1981 年,第 6 期,326 页。

[本文于 1982 年 1 月 18 日收到]

电离辐射引起的哺乳动物细胞 DNA 单链断裂重接修复的研究

章扬培 夏寿萱 徐惠英

(军事医学科学院放射医学研究所)

电离辐射可以通过射线的直接作用,以及水分子射解后形成的自由基的间接作用,使细胞内 DNA 大分子发生单链断裂与双链断裂。DNA 的单链断裂在一定条件下可以重新接合。探讨链断裂重接修复的机制和影响因素,对于放射病和肿瘤的防治具有重要的意义。我们应用微孔滤膜过滤法对丙线引起的哺乳动物细胞 DNA 单链断裂的重接修复进行了研究。

一、实验方法

1. 细胞培养与照射

实验采用中国仓鼠卵巢(CHO)细胞,在含 10% 小牛血清的 Eagle's 培养液中单层贴壁培养。照射前 20 小时将处于指数生长期的细胞用 0.3 微居/毫升的 ^3H -TdR 进行放射性同

位素标记。临照前用含 0.25% 胰蛋白酶的 Hank's 液消化,以新鲜培养液悬浮,制成细胞悬液。冰浴中放置半小时后,在 0—4℃ 下用 ^{60}Co -r 线照射,剂量率为 799.41 伦琴/分钟。照射后的细胞在 0—4℃ 下保存。

2. DNA 单链断裂的检测

用微孔滤膜过滤法检测丙线引起的 CHO 细胞 DNA 的单链断裂。这个方法是 Kohn 于 1973—1976 年间建立起来的一种新方法^[1-3]。我们根据实际条件,用国产醋酸纤维素微孔滤膜(上海医药工业研究院制备,孔径 1.2 微米,直径 25 毫米),将 Kohn 的方法做了一些改进,简化了操作步骤,缩短了分析时间,提高了灵敏度。

微孔滤膜过滤法的原理是:在微孔滤膜上