

的过程中起着重要的作用。DNA 连接酶的反应特点是：①连接双螺旋结构中一条链上的缺口；②连接过程需要能量（ATP）。阿的平是一种氨基吡啶类化合物，它能插入到 DNA 双螺旋内部两个相邻的碱基对平面之间，使 DNA 分子变细变长，改变了其正常的结构；同时阿的平还是一种氧化磷酸化的解偶联剂，它能造成细胞内能量缺乏。因此可以认为阿的平在本实验中抑制了 DNA 连接酶的活性，同时也说明 DNA 连接酶在单链断裂的重接过程中起着重要的作用。

4. 在哺乳动物细胞中经常讨论的辐射损伤的主要修复方式有 Elkind-Sutton 型修复、潜在性致死损伤的修复、DNA 修复合成。非预定的 DNA 合成 (Unscheduled DNA Synthesis)，染色体畸变的恢复等^[5]。这些类型的修复虽然是从不同的概念范畴提出的，但在分子损伤方面都存在着内在的联系。本实验表明 DNA 单链断裂的重接过程与这些修复方式都不相同。Elkind-Sutton 型修复可被低浓度的放线菌素 D (0.005 微克/毫升)所抑制，但不被低温抑制，实验表明 DNA 单链断裂重接过程不受放线菌素 D 的影响，却被低温所抑制。潜在性致死损伤的修复过程能被环己亚胺增强，而这里重接过程并不受环己亚胺的影响。DNA 修复合成只能在大剂量照射后才能观察到，并且需要新合成的核苷酸片段的插入，而重接过程在较低剂量照射后即可看到。非预定的 DNA 合成也需

要核苷酸片段的插入，并以重接过程作为合成反应的最后一步，而重接过程在不发生非预定的 DNA 合成的情况下也能发生。染色体畸变的恢复常常包括两个染色单体，而重接过程仅发生在 DNA 的一条链上；染色体畸变的恢复只发生在 G₁ 期并且与蛋白质合成的关系密切，而重接过程似乎发生在细胞周期的各个阶段，并与蛋白质合成的直接关系可能不大。

5. CHO 细胞在受到 1000 拉德丙线照射后，大部分细胞会相继死亡，而 DNA 单链断裂的重接在 3000 拉德照射后仍然能迅速的进行。近年来有文献报道辐射引起的 DNA 单链断裂在重接以后又会出现再断裂^[6]，这些都说明 DNA 链断裂与细胞死亡之间的关系以及链断裂重接的生物学意义还需做进一步的探讨。

本实验承张家齐同志提供 CHO 细胞株，特此致谢。

参 考 文 献

- [1] Kohn, K. W. et al.: *Cancer Res.*, **33**, 1849, 1973.
- [2] Kohn, K. W. et al.: *Biochem.*, **13**, 4134, 1974.
- [3] Kohn, K. W. et al.: *Biochem.*, **15**, 4629, 1976.
- [4] 章扬培、夏寿萱、徐惠英：《用膜过滤法观察 γ 射线引起的中国仓鼠卵巢细胞 DNA 的单链断裂及其修复》，中华放射医学与防护，1982 年。
- [5] Altman, K. I et al.: *Radiation Biochemistry*, Vol. I, Academic Press, New York and London, 1970.
- [6] Kanter, P. M. et al.: *Int. J. Radiat. Biol.*, **38** (5), 483, 1980.

[本文于1982年3月25日收到]

用针刺引起兔耳发光变化研究经络传导及其与神经系统的关系

严 智 强

(中国科学院生物物理研究所)

近年来，经络实质的探索工作已引起国内外重视。作者曾发现人体体表冷光与生理、病理状态相关的信息规律，客观验证了祖国医学

有关经络学说的部分阐述^[1]；探讨了循经感传 (PSC) 与经穴发光的定量变化关系^[2]；并以体表冷光信息量的变化为指标，定量观察了针刺对

人体的调整作用^[3]。

在上述工作基础上,为了继续探寻经络存在的客观根据,同时探讨经络与周围神经系统的关系,本文对针刺家兔外关穴引起耳部发光变化的传导途径进行了实验研究及分析。

内容及方法

一、发光测试仪器 见文献[1、2]。

二、测试对象 健康成年家兔 86 只。

三、测试内容

1. 逐个长时间测试全部家兔耳部发光强度,得出变化曲线,作为正常值。

2. 86 只家兔随机分为三组:“电针外关组”(45 只),“电针非经穴组”(27 只),“局麻后电针组”(14 只)。

3. 完成上述实验后半月,再从中随机抽取 8 只家兔为“单纯局麻组”,6 只为“单纯针刺组”。此外还随机抽取 2 只,观察电针外关穴后对侧耳部发光强度变化。

4. 以上各组,在实验前 15—30 分钟,操作过程中及停止操作后 30—60 分钟,兔耳始终固定于探测器上,连续记录及描记其发光强度变化值及曲线。

三、电针条件:以 57—6 型针刺麻醉仪产生的低频(70 次/秒)脉冲电,通过毫针刺激。

四、分析指标

刺激前兔耳发光强度稳定。刺激后耳部发光若有变化,常迅速改变到某一新发光水平后,即维持不变,或波动很小。因个体差异,各家兔耳部发光水平不同,故均采用刺激后与刺激前其自身发光强度的比值为观察指标。观测每只家兔时,每隔 30 秒记录一次,连续记录。若某只家兔刺激前测试了 m 次,发光强度分别为 $I_1—I_1, I_2, I_3, \dots, I_m$, 则实验刺激前发光强度均值为

$$\bar{I} = \frac{\sum_{i=1}^m I_i}{m};$$

若实验刺激后测试了 n 次,其发光强度分别为 $I_1—I'_1, I'_2, I'_3, \dots, I'_n$, 则每次记录时的发光

强度相对值为: $\frac{I'_1}{\bar{I}} - \frac{I'_1}{\bar{I}}, \frac{I'_2}{\bar{I}}, \frac{I'_3}{\bar{I}}, \dots, \frac{I'_n}{\bar{I}}$ 。实

验刺激后该兔发光强度均值为

$$\bar{I}' = \frac{\sum_{i=1}^n I'_i}{n}。$$

若 $\frac{\bar{I}'}{\bar{I}} > 1$ 或 $\frac{\bar{I}'}{\bar{I}} < 1$, 则分别表明该组于

刺激后耳部发光强度上升或下降,若 $\left| \frac{\bar{I}'}{\bar{I}} - 1 \right|$

值愈大,则表明发光变化愈大。

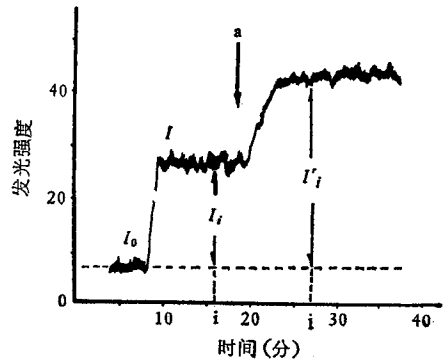


图 1 $\frac{I'_i}{\bar{I}}$ 与 $\frac{\bar{I}'}{\bar{I}}$ 值之模式图

结 果

一、未予外界刺激时,长时间连续测试,86 只家兔耳部发光强度的大小虽各不相同,但各自发光强度基本维持于开始测试时水平不变。图 2 为其中一只的发光强度变化曲线。

二、电针外关组,电针针刺外关穴后 2—10 分钟,大部分家兔同侧耳部发光强度明显上升,上升至某一水平后则维持不变。拔针后,有的发光强度迅速下降,恢复至针前水平;有的经

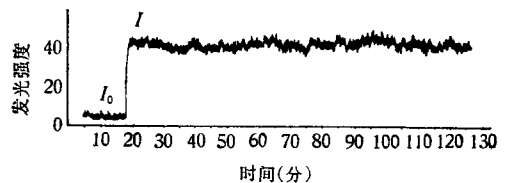


图 2 未刺激前正常状态下兔耳发光强度曲线

I_0 —仪器噪声; I —兔耳发光强度

表 1 电针外关组针刺外关穴前后发光强度比较

每只家兔的 $\bar{I}'/\bar{I}$ 值 (%) 均值 $\pm$ 标准差								
278.28 ± 14.35	103.56 ± 4.66	172.69 ± 21.68	99.45 ± 5.53	104.40 ± 3.52	95.69 ± 12.83	117.36 ± 5.79	104.83 ± 7.99	111.20 ± 6.85
93.78 ± 5.73	103.92 ± 4.86	119.38 ± 12.52	193.86 ± 12.60	152.82 ± 21.73	176.34 ± 26.86	103.97 ± 6.67	124.61 ± 13.02	393.05 ± 14.32
99.82 ± 9.05	159.46 ± 102.40	200.70 ± 7.89	160.76 ± 94.90	137.71 ± 15.87	131.65 ± 9.18	133.86 ± 8.95	299.78 ± 11.01	688.12 ± 22.16
139.29 ± 7.01	623.30 ± 26.22	124.21 ± 13.51	123.81 ± 11.15	121.93 ± 11.73	240.97 ± 11.15	126.01 ± 12.46	171.82 ± 22.63	136.06 ± 12.93
108.85 ± 6.07	170.34 ± 13.84	174.11 ± 14.80	122.08 ± 20.62	94.67 ± 6.50	122.83 ± 10.48	88.28 ± 6.51	108.08 ± 5.77	125.12 ± 11.01

表 2 电针非经穴组电针前后耳部发光强度比较

每只家兔的 $\bar{I}'/\bar{I}$ 值 (%): 均值 $\pm$ 标准差								
109.63 ± 7.94	89.07 ± 3.52	92.93 ± 2.89	86.56 ± 7.65	109.79 ± 5.66	82.25 ± 41.52	112.86 ± 3.66	106.47 ± 9.22	111.50 ± 6.38
115.20 ± 2.84	114.61 ± 5.17	102.79 ± 6.66	105.26 ± 36.88	105.49 ± 16.34	130.80 ± 13.70	107.19 ± 42.49	86.60 ± 11.99	80.17 ± 15.25
90.38 ± 10.99	84.70 ± 7.01	99.05 ± 6.71	92.36 ± 7.14	96.28 ± 3.86	87.53 ± 5.79	92.75 ± 4.46	90.78 ± 6.51	90.48 ± 11.37

表 3 局麻后电针组电针前后同侧耳部发光强度比较

每只家兔的 $\bar{I}'/\bar{I}$ 值 (%): 均值 $\pm$ 标准差						
97.71 ± 5.12	98.19 ± 5.59	83.35 ± 7.96	94.05 ± 8.36	83.09 ± 11.64	100.70 ± 11.52	103.84 ± 10.68
93.90 ± 13.41	93.07 ± 13.47	97.36 ± 5.63	109.31 ± 12.44	81.40 ± 11.18	98.34 ± 4.82	89.44 ± 9.66

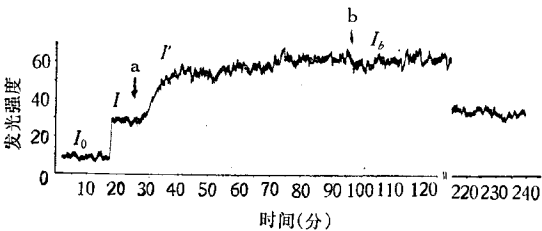


图 3 电针外关穴后同侧兔耳发光强度曲线

I_0 —噪声; I 、 I' 、 I_b 分别为电针前、后及拔针后的同侧兔耳发光强度; a—开始针刺; b—拔针

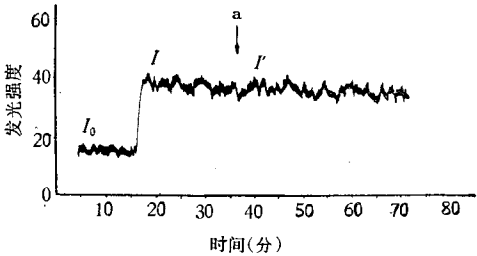


图 4 电针非经穴组同侧兔耳发光强度曲线

I_0 —噪声; I 、 I' —分别为电针外关旁非经穴以前、以后的同侧兔耳发光强度; a—开始针刺

30—40 分钟尚未见下降 (见表 1)。图 3 为根据其中一只所测得数据绘制的曲线图。

该组全部家兔 (45 只) 的 $\bar{I}'/\bar{I} = 166.95 \pm 17.98(\%)$ (均值 $\pm$ 标准误)。电针后与针前比

较有显著差异 ($p < 0.001$)。

三、电针非经穴组,电针仅距外关穴 0.5 厘米的非经穴部位后,长时间观测未见同侧耳部发光强度明显变化 (见表 2)。图 4 为根据其中

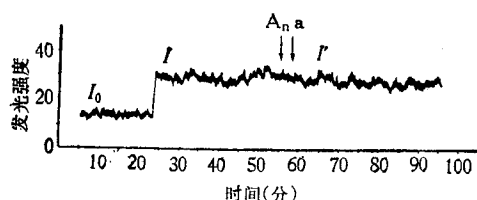


图5 局麻后电针组同侧兔耳发光强度曲线

I_0 —噪声, I 、 I' —分别为电针前、后之兔耳发光强度; A_n —开始局麻; a —开始针刺

一只所测得数据绘制的曲线。

该组全部家兔(27只)的 $\bar{I}'/\bar{I} = 99.02 \pm 2.04(\%)$ (均值±标准误)。电针后与针前比较,其同侧耳部发光强度未见显著差异($p > 0.5$)。

四、局麻后电针组,于外关穴上方1厘米处三焦经通路上注射普鲁卡因后在外关穴施电针,再观测同侧耳部发光强度,变化不明显,或略有降低(见表3)。图5为根据其中一只所测得数据绘制的曲线。

该组全部家兔27只的 $\bar{I}'/\bar{I} = 94.98 \pm 2.02(\%)$ (均值±标准误)。局麻后再电针,其同侧耳部发光强度与针前比较可见显著差异($p < 0.001$)。

五、单纯局麻组,于三焦经通路上注射普鲁卡因后不施电针,同侧耳部发光略有降低。其值 $\bar{I}'/\bar{I} = 94.83 \pm 5.87$ 。注药前后比较可见显著差异($p < 0.001$)。

六、单纯针刺组仅用毫针针刺外关穴(不通电),针刺后同侧兔耳发光强度略有上升, $\bar{I}'/\bar{I} = 109.12 \pm 7.40$ (均值±标准误)。针刺前后比较有显著差异($p < 0.001$)。

七、两只家兔电针针刺外关后,观察对侧耳部发光未见明显变化。

八、电针外关组与电针非经穴组的 $\bar{I}'/\bar{I}$ 值比较,有显著差异($p < 0.001$);电针外关组与局麻后电针组的 $\bar{I}'/\bar{I}$ 值有显著差异($p < 0.05$);局麻后电针组与单纯局麻组 $\bar{I}'/\bar{I}$ 值未见显著差异($p > 0.5$)。

讨 论

祖国医学认为外关穴属少阳三焦经。如《灵

枢经》记载说,三焦“手少阳之脉,起于小指次指之端……直上出耳上角……。”意即此经循行经耳部,表明外关与耳存在着经络通路。本实验中看到正常状态家兔耳部发光强度基本不变,而电针外关穴后则发生了显著上升。但以同样条件电针与外关仅相距0.5厘米的非经穴部位,却未见耳部的发光变化。仅用毫针针刺外关穴,也同有显著上升。因而本工作客观验证了祖国医学外关穴与耳部存在特殊的三焦经络通路的论述。而且针刺经穴与非经穴产生的显著差异,也客观反映了经穴对机体生命活动所特有的调整作用。

二、关于经穴、经络与周围神经系统的关系,有人认为“在所有组织中以周围神经系统与经穴的关系最为密切”^[4],甚至有些经脉循行路线与某些周围神经近乎一致^[5]。木下晴都曾大量报道采用针刺刺激周围神经的“神经旁刺法”有较好的疗效^[6]。

人之外关穴附近分布有前臂背侧皮神经,深层有桡神经之前臂骨间背侧神经和正中神经之骨间掌侧神经。家兔与人较相似。本实验中可见电针外关穴后其耳部发光显著上升;但用药物封闭了周围神经通路后再同样电针刺激,则发光变化不明显或略有降低,表明药物封闭周围神经使经络通路产生的信息传导也同时受阻。而且,单纯局麻组与局麻后电针组的 $\bar{I}'/\bar{I}$ 值虽略有下降,但两组的变化几乎一致,可见局麻后电针的兔耳发光微小下降也只是由于经线上注射药物引起的。这又从反面证明了阻断周围神经后再电针经穴并不能沿三焦经络通路而使耳部发光信息产生变化。尽管当前经络实质问题还在探索中^[7-10],但从本实验的结果来看,以体表冷光变化为客观指标,观察到三焦经的经络传导及其与周围神经系统的一些内在联系,因而可以认为在经络实质及经络传导中周围神经系统具有不可忽略的重要作用。

参 考 文 献

- [1] 严智强:《中医杂志》,1981年,8期,50页。
- [2] 严智强:《中医杂志》,1980年,8期,53页。
- [3] 严智强:《北京生物医学工程》,1981年,1期,23页。

- [4] 上海中医学院:《针灸学》,98页,人民卫生出版社,1974年。
[5] 姜凯采:《上海中医学院院报》,1960年,1期,1页。
[6] 木下晴都:日本针灸治疗学会志,28(1):24,1979。
[7] R. Melzack: *Acupuncture & Electro-Therapeutics Research*, 3, 109, 1979。

- [8] D. Sabolovoc: *ibid.*, 3, 97, 1978。
[9] 中医研究院针灸研究所神经科:《中医杂志》,1979年,9期,15页。
[10] R.J. Luciani: *Am. J. Acupuncture*, 4(6), 371, 1978。

[本文于1982年4月6日收到]

肝微粒体酶诱导作用的昼夜节律

何绍雄 吴亮

(天津市药物研究所)

近年来,实验证明多种药物的药理效应和毒性反应呈现昼夜节律性以至季节节律性^[1,2]。鉴于药物的药理效应和毒性反应与其代谢过程密切相关,而肝微粒体酶的活性或/和含量将直接影响药物的代谢过程,特别某些药物在服用期间能对肝微粒体酶发生诱导作用,以致改变其代谢过程,从而影响其药理效应和毒性反应。为此,探讨药物的药理效应和毒性反应的时间节律是否与肝微粒体酶的时间节律,特别是与此酶诱导后的时间节律存在一定的内在联系,是一个值得研究的问题。本文以测定肝微粒体中的细胞色素 p-450 (简称 p-450), NADPH-细胞色素 c 还原酶(简称 Cyto. C 还原酶)和 O-去乙基酶为指标,研究以苯巴比妥和 β -萘黄酮合并诱导后肝微粒体酶的昼夜节律,为进一步研究这种节律的机制奠定基础。

材料和方法

试剂

- 1, 辅酶 II NADP, 美国 Sigma 化学公司出品。
- 2, 还原型辅酶 II NADPH, 日本东方酵母公司出品。
- 3, 7-乙氧基香豆素: 以日本化成工业公司出品之香豆素为原料, 本实验室依文献方法合成^[3]。
- 4, 葡萄糖-6-磷酸二钠 G-6-p (上海东风生化试剂厂出品)。

5, G-6-p 脱氢酶, 用啤酒酵母依文献方法制备^[4], 将以硫酸铵分级沉淀后所得的酶液用磷酸钙凝胶吸附, 其洗脱液再以硫酸铵沉淀即得所需之酶制剂。此酶制剂的活力依其将 NADP 转化为 NADPH 的量加以测定, 本实验中所用产品的活力约为 1mM/ml/分。

6, 氧化型细胞色素 c (天津生化制药厂出品), 含量为 8—10mg/ml。

7, β -萘黄酮 (日本半井化学药品公司出品)。

动物分组及诱导过程 动物均采用雄性津白 II 号纯系小鼠, 体重 20—30 克, 将动物按特定的给药和处死的时间分为三组, 其特定时间为 0700, 1500 和 2300。每组都分为两部分, 一部分为给药诱导组, 另一部分为给相应溶剂的未诱导组。各组动物在实验期间其饲养条件、环境温度及明暗变化时间等均尽量保持一致。所有各组动物均按下述方法在特定时间给药 (或溶剂), 并处死动物剖取肝脏。

诱导组动物在处死前四天的特定时间给药, 第一天腹腔注射苯巴比妥钠生理盐水溶液 (10mg/ml) 30mg/kg, 第二、三、四天均注此溶液 (20mg/ml) 60mg/kg。第三天同时加注 β -萘黄酮油溶液 (10mg/ml) 80mg/kg, 四天给药结束后, 动物空腹, 并在次日特定时间, 处死动物剖取肝脏, 称重, 然后依下法制取肝微粒体酶。

肝微粒体酶的制取 将肝脏在低温下用