

大脑皮层在针麻镇痛中作用的研究

I. 电针对山羊皮层中薛氏回神经元单位放电的影响

卓 隍 叶 浩

(牧医系)

提 要

本实验选用山羊20头为实验模型,以电刺激髂腹下神经为模拟的腹部手术切口痛,以山羊大脑皮层中薛氏回神经元单位的电活动为指标,观察电针及某些镇痛药对其影响。在对电刺激髂腹下神经有反应的39个单位中,电针能使其中25个单位的放电活动恢复到髂腹下神经受到刺激前的水平,本实验对其中16个单位进行了给予镇痛剂的对比观察,观察到有8个单位的放电活动受到镇痛剂的影响。实验结果表明:在皮层的髂腹下神经代表区内存在着对痛发生反应的痛敏细胞,电针讯号可以影响该处痛敏细胞的电活动。本实验对山羊大脑皮质神经元单位在电针影响下的放电活动第一次作了观察记录。

前 言

在祖国传统医学理论上发展起来的兽医电针麻醉技术是一种行之有效的麻醉方法,应用于反刍兽可以获得较为满意的效果,它不但可以获得如同麻醉药物所得到的镇痛效果,而且还具有药物麻醉所未能获得的某些优点。诚然,电针麻醉与药物麻醉各具特点,电针麻醉并未能完全取代药物麻醉,但两者可以扬长避短,互为补充,因此电针麻醉诚不失为一种新类型的麻醉方法。

对于兽医电针麻醉的原理研究,1973年中国人民解放军兽医大学以刺激驴下颌齿槽神经诱发的大脑皮层电位为指标,观察到电针相应的穴组时可以使该诱发电位受到抑制,而且这种抑制与吗啡、度冷丁的作用相似^[1]。1981年华南农学院王树诚等人以刺激山羊髂腹下神经诱发的皮层电位为指标,观察到电针相应的穴组同样可以使该诱发电位发生抑制,认为针刺具有降低大脑皮质某一感觉区兴奋性的特性,也就是说大脑皮层参与了针刺的镇痛作用过程^[2]。

对于皮层或皮层下某些神经元单位放电活动的观察和研究,过去仅是限于某些小动物^{[3][4][5][6]}至今还未见有关记录和观察山羊大脑皮层或皮层下中枢神经元单位放电活动的报道。

本实验是以山羊大脑皮层髂腹下神经投射点(位于中薛氏回)的神经元单位的电话

• 本文是卓隍研究生论文,叶浩教授为导师。本实验曾得到本校王树诚副教授、谭卫国讲师和中山大学生物系肖昌祺老师的指导及帮助;范颖慧同志协助了实验,均表示谢意!

动为指标,观察电针及某些镇痛药物对该处神经元单位放电活动的影响,探讨电针“百会”,“肾门”穴组的镇痛效应及其作用机理。

材 料 和 方 法

(一) 实验动物

本实验共选用体重10~30公斤的山羊20头,雌雄不拘。

(二) 主要仪器

JSD—731型电生理仪。

(三) 实验动物的准备过程

1. 实验动物在戊巴比妥钠 (20~30mg/kg) 或氯醛糖 (30mg/kg) 加乌拉坦 (50mg/kg) 麻醉下作气管插管及在局麻下打开一侧颅腔。
2. 分离对侧髂腹下神经并安放刺激电极 (刺激电极两极间距离约4mm)。
3. 肌注三碘季胺酚,用人工呼吸机对动物进行机械辅助呼吸,并对山羊头加以固定。
4. 通过诱发皮层电位的方法^{[3][6][10][14]}隔着硬脑膜首先确定髂腹下神经在中薛氏回上的投射位置。

5. 剪除该投射点的硬脑膜,在脊髓的腰荐处引流部份脑脊液后,用2~3%的琼脂覆盖大脑表面及填充颅腔,以封闭颅腔和固定大脑,琼脂层厚度约为0.5~1.0cm。

(四) 引导方法

把尖端约0.5~2 μ ,灌注有3M KCl溶液的玻璃微电极缓慢地插入皮层进行引导。

(五) 实验步骤

每次实验基本上是按以下的步骤进行观察并记录:

1. 未给予髂腹下神经电刺激时的单位放电情况;
2. 给予髂腹下神经电刺激时该单位放电的变化情况;
3. 电针“百会”、“肾门”15~30分钟后,该单位放电的变化情况;
4. 解除电针及去除刺激后,该单位的放电情况。

部份实验继续以下的步骤:

5. 重新对髂腹下神经给予电刺激时该单位的放电情况;
6. 给予镇痛药 (度冷丁或芬太尼) 15~30分钟后当对髂腹下神经给予电刺激时该单位放电的变化情况。

(六) 记录方法

实验过程的单位放电情况由微电极引出,通过JSD—731型电生理仪的源跟随器,输入到前级放大器放大后在阴极射线示波器上显示,同时用音响装置帮助鉴别,实验结果记录及保存在ITT—RC—2000型录音机的磁带上。

(七) 数据的处理

实验数据的获得是依靠记录及保存在录音机磁带上的记录在示波器上再显示时,按照各实验步骤,通过连续摄影机随机拍摄15秒钟而获得。主要的观察项目是单位放电在

频率上的变化情况。

上述实验观察过程全部在屏蔽室内进行。

实 验 结 果

(一) 山羊髂腹下神经在皮层的投射点

本实验采用诱发皮层电位的方法, 在对侧大脑皮层的薛氏裂中支(Middle Branch of the Sylvian Fissure)前方的中薛氏回(Middle Sylvian Gyrus)上首先确定髂腹下神经的投射点, (图1)。此实验结果与王树诚等人的结果是一致的^[3]。

(二) 大脑皮层髂腹下神经投射区神经元电活动的观察

成年山羊大脑皮质的厚度约为2~5 mm(髂腹下神经投射区部位)。当微电极从皮层外薛氏回的髂腹下神经投射区的表面深入时, 可以引导出很多具有“自发放电”或诱发放电的神经元单位, 特别是在软脑膜下1~5 mm处。放电的式样不一, 多为先正后负的两相放电, 也有先负后正的两相放电及单相和三相的放电(图2)。每次放电的间隔时间长短不一, 从数十毫秒到数秒不等, 放电的次序可以是单个的或是两个、三个或多个组成的簇状放电, 簇间隔也不等(图3)。但每次放电的峰电位的持续时间是比较恒定的, 约在0.8~3 ms之间。电位的幅值随着微电极尖端距离不同而有所变化^[9]。本实验采用的方法所观察到的电位幅值约在2.0~4.0 mV之间(图2)。

(三) 刺激髂腹下神经对神经元放电活动的影响

本实验一共记录了68个具有自发放电或诱发放电的单位。在这68个中, 对刺激髂腹下神经有反应的单位一共有39个, 其中15个在髂腹下神经受到刺激时其放电频率增多(兴奋——兴奋性单位)见图4。有8个在髂腹下神经受到电刺激时其放电频率减少(兴奋——抑制性单位)见图5。有16个单位在髂腹下神经受到电刺激时, 从原来的静息不放电状态变为兴奋而发生放电反应(抑制——兴奋性单位)见图6。

(四) 电针对神经元放电活动的影响

在本实验所观察到的39个对刺激髂腹下神经有反应的神经元单位中, 当用振幅20伏, 波宽0.1毫秒, 频率每秒50次, 串长900毫秒, 每秒一串的串刺激; 或用20伏, 波宽0.1~0.3毫秒, 每秒10~20次的单刺激电针“百会”、“肾门”15~30分钟之后, 观察到有25个神经元单位放电活动发生变化, 其中有12个单位从原来的兴奋状态变为抑制状态(表现为放电消失), 见图7。有10个单位从原来的兴奋状态变为部份抑制(放电频率减少)。有2个单位从原来的抑制状态变为兴奋状态(出现放电)。有一个单位表现出放电增多。大多数单位的放电活动能在解除电针及去除刺激后10~30分钟恢复至原来实验前的水平。

此外, 本实验还观察到有10个原来对刺激髂腹下神经没有反应的单位, 在电针时其单位放电却发生变化。也观察到有4个神经元单位的放电频率均受到电刺激髂腹下神经和电针“百会”、“肾门”的双重影响。

(五) 镇痛剂对神经元单位放电活动的影响

本实验对16个具有电针效应的单位进行了静注或肌注度冷丁或芬太尼的对比观察试验,有8例在注射镇痛剂后15~30分钟,当对髂腹下神经给予电刺激时,其单位放电表现出与电针时一样的效应:完全抑制或部份抑制。完全抑制的示例见图7,部份抑制的示例见图8。

讨 论

(一) 髂腹下神经属于躯体混合神经干^{[1][2]},本实验给予髂腹下神经电刺激的强度(20伏,波宽0.1~0.3毫秒)足以引起兴奋阈较高的C类纤维兴奋^[7],给动物带来痛的感觉,因此用电刺激髂腹下神经来模拟手术切口痛应该是成立的。

(二) 本实验曾分别对16个具有电针效应的实验例进行了给予镇痛剂的对比观察实验,观察到有8个神经元单位的放电活动受到镇痛剂的影响,这似乎可以说明在大脑皮层的髂腹下神经投射区内存在着对痛刺激发生反应的痛敏细胞,以该痛敏细胞的放电活动为指标,观察及比较电针的镇痛效应应该是可行的,电针具有抑制该区痛敏细胞活动的效应。

(三) 从本实验在髂腹下神经的皮层投射区内所观察到的10个对刺激髂腹下神经没有反应但在电针时其单位放电都发生变化的现象,似乎可以说明:电针信号是可以抵达皮层的,它不但可以抵达穴位针刺部位在皮层的投射区,而且还可以到达髂腹下神经(痛源部位)在皮层的代表区。

(四) 本实验也观察到有1个神经元单位,其放电活动既受到电刺激髂腹下神经时的影响又受到电针作用的影响,这种伤害性信号与穴位电针信号在同一神经元上发生“会聚性”反应的现象,似乎可以进一步证明:“百会”、“肾门”的电针信号是可以抵达髂腹下神经在皮层的投射区的。而这种“会聚性反应”现象可能是神经中枢整合作用的方式之一。

5、躯体感觉在皮层的投射虽然有其一定的代表区及空间分布,但是这些代表区的边缘界限不是截然清楚划分的,其边缘会有一些的重叠,动物躯干在皮层的代表区与四肢及头面部代表区相比是很小的^{[8][10][14]}。是否因为“百会”、“肾门”组穴的体表位置与髂腹下神经的体表位置比较靠近,而使神经中枢的整合作用更易发生,这是一个值得考虑和探讨的问题,如果可能的话,那么临床上的“近节段取穴^[6]”,之所以能取得较好的镇痛效果是有其一定的中枢作用机理的。

结 语

通过对68例神经元单位放电活动的实验观察,作者认为:

(一) 电针信号是可以抵达大脑皮层的,它不但可以抵达针刺部位在皮层的代表区,而且还可以抵达痛源部位在皮层的投射区,并影响该投射区神经元单位的电活动。

(二) 在皮层的髂腹下神经代表区内存在着对痛发生反应的痛敏细胞,电针“百会”,“肾门”穴组具有影响该区痛敏细胞兴奋性的效应,因而认为电针穴位是具有一

定的作镇痛用的。

(三) 针刺能镇痛，主要是通过针刺信号和痛源部位信号在中枢神经源互相影响发生整合而产生的。

参 考 文 献

- [1] 中国医科大学主编：《人体解剖学》，399—403，人民卫生出版社，1978年。
- [2] 中国人民解放军兽医大学针麻协作组：针刺“后巴山”、“邪气”穴对驴的大脑皮层诱发电位的影响，《全国针刺麻醉研究资料选编》，491—494，上海人民出版社，1977年。
- [3] 王树诚等：大脑皮层在针刺镇痛中作用的研究，《华南农业大学学报》，5(4)1984：30—38。
- [4] 刘颀龙等：针刺过程中的操作式条件反射和大脑皮层体感区神经元电活动的观察，《生理学报》，34(2)1982：157—164。
- [5] 吴建屏：刺激传入神经对伤害性刺激引起的猫脊髓背外侧索神经纤维活动的抑制，《中国科学》，(5)1974：526—533。
- [6] 陈宜张：《神经系统电生理学》，人民卫生出版社，239—274，1983年。
- [7] 陈培煮等：大脑皮层与针刺抑制内脏痛的关系(Ⅰ)，《中山医学院学报》，1(1)1981：9—16。
- [8] 湖南医学院主编：《生理学》，人民卫生出版社，333—336，1978年。
- [9] P. M. 梅舍尔斯基著，谭德培译：《微电研究技术》，103—108，人民卫生出版社，1963年。
- [10] Brazier, Electrical Activity of the Nervous System. 4th ed. 1977, 113—124, 1—13.
- [11] M. J. Halsey, R. A. Millar L. J. A. Sutton, Molecular Mechanisms in General Anaesthesia, 1974, 65—90.
- [12] Robson, J.G., The effects of anesthetic drugs on cortical units. Anaesthesiology 1967, (28)114.
- [13] Sisson and Crossman's., The Anatomy of the Domestic Animals. 5th ed. 1975, 678—680.
- [14] Woolsey, C. N., Organization of somatic sensory and motor area of the cerebral cortex. Biological and Biochemical Basis of Behavior, University of Wisconsin Press, Madison.

STUDIES ON THE ROLE OF THE CEREBRAL CORTEX IN ACUPUNCTURE ANALGESIA (I)

Effect of Electro-acupuncture on Cortical Single Cell Discharge Evoked by Iliohypogastric Nerve Stimulation in Goats

Zhuo Huang Ye Hao

(Department of Animal Husbandry and Veterinary Medicine)

ABSTRACT

Experiments were carried out on 20 goats immobilized with gallamine triethiodid (Flaxedil). Tracheal intubation, craniotomy and exposure of iliohypogastric nerve were

performed under pentobarbital sodium anaesthesia. In this study, the iliohypogastric nerve stimulation was used to mimic the pain in the corresponding abdominal wall during laparotomy, and the electrical activity of the neurons, especially the rate of unit discharge, in the iliohypogastric nerve projection area of the contralateral cortex was used as a criterion. The effect of electro-acupuncture analgesia was then observed and compared with that of some analgesic drugs.

Based on the evoked potentials, the iliohypogastric nerve projection area was found to be located contralaterally in the ectosylvian gyrus. A glass microelectrode^{*} was then inserted slowly into the cortex of that area to locate the neurons responding to the stimulus. Among the 68 neural units explored in the ectosylvian gyrus, there were only 39 units responded to the stimulation of the iliohypogastric nerve. The rate of unit discharge of 25 out of these 39 units returned to the level before stimulation when electro-acupuncture was applied later to the corresponding "points". When analgesic drugs were given for a comparison, the discharge of 8 units were found to be influenced.

Experimental results revealed that there existed pain-sensitive neurons in the iliohypogastric nerve projection area of the cerebral cortex, and that the signal of electro-acupuncture arrived not only at the corresponding acupuncture point projection area but also at the corresponding peripheral nerve projection area of the cortex. The analgesic effect of electroacupuncture might have been produced by affecting the excitability of the pain-sensitive neuron in that area.

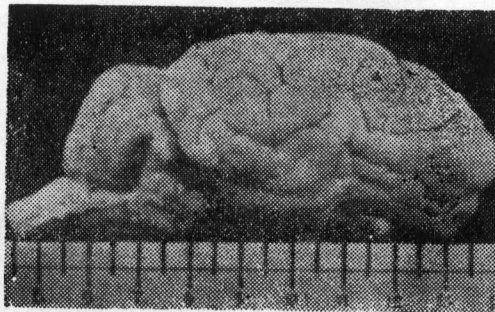


图1 ▲为髂腹下神经在中薛氏回的投射点(成年山羊, 体重19公斤)。

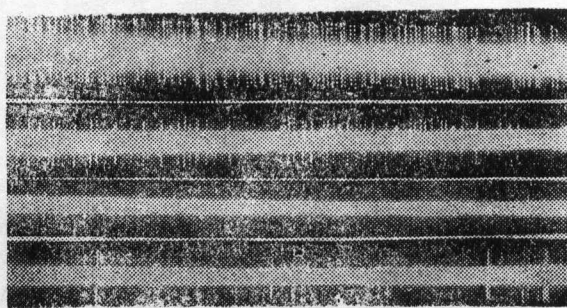
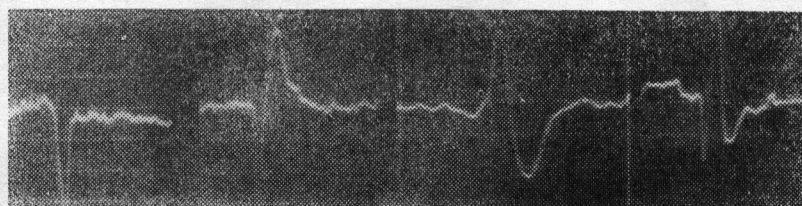
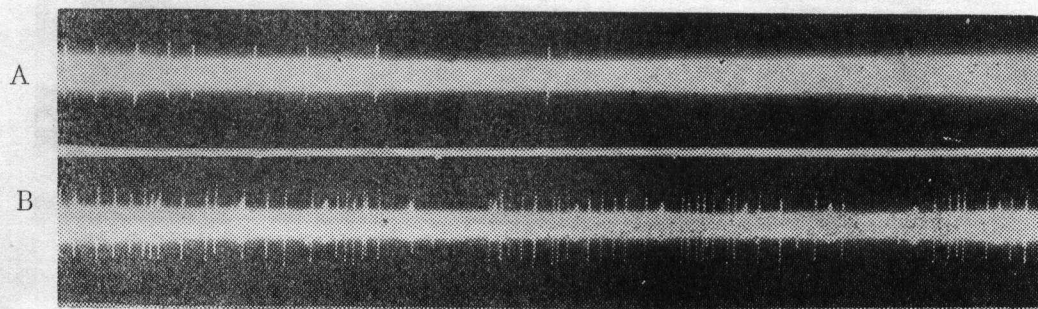


图3 扫描速度为1 cm/sec 时的单位放电式样照片。



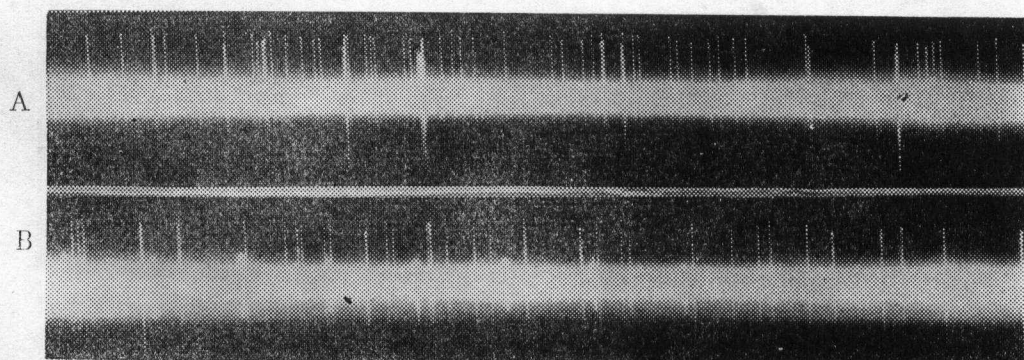
单相 双相 (P-N) 双相 (P-N) 三相

图2 快扫描时的单位放电式样。扫描速度：2 mS/每小格，振幅：0.5 mV/每小格。



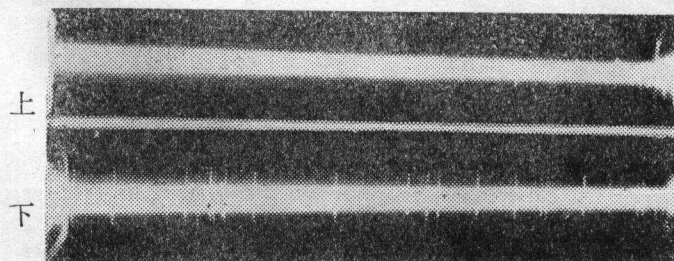
A：髂腹下神经未受到电刺激时66号神经元的放电情况；B：当对髂腹下神经电刺激时，放电明显增多，（在噪声白带之上较短而排列整齐均等的是刺激信号的伪迹）。

图4 66号神经元（兴奋——兴奋性单位）放电活动情况照片（扫描速度 1 cm/sec）。



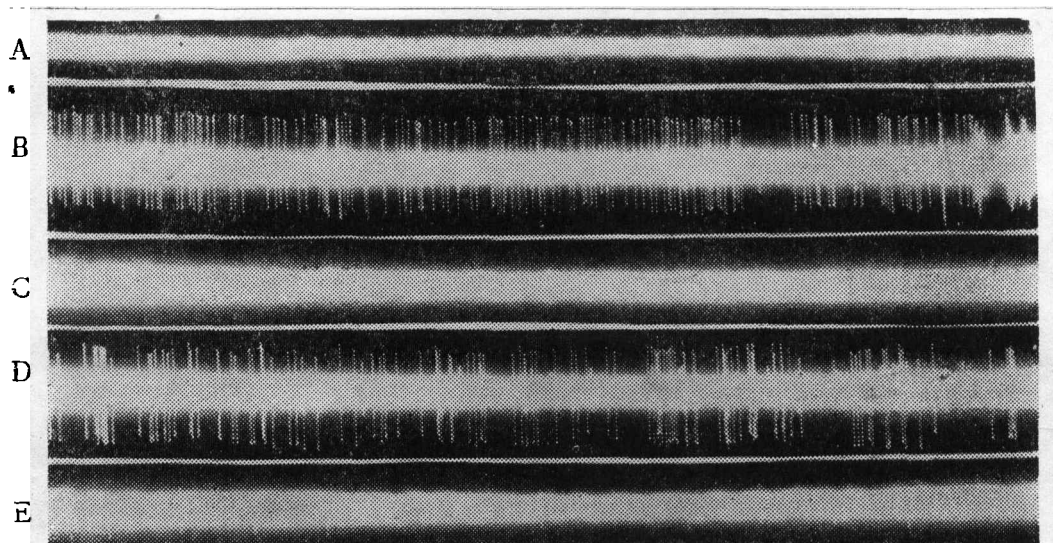
A：髂腹下神经未受到电刺激时的单位放电情况；B：髂腹下神经受到电刺激时放电。

图5 51号神经元（兴奋抑制性单位）放电活动情况照片，扫描速度 1 cm/sec。



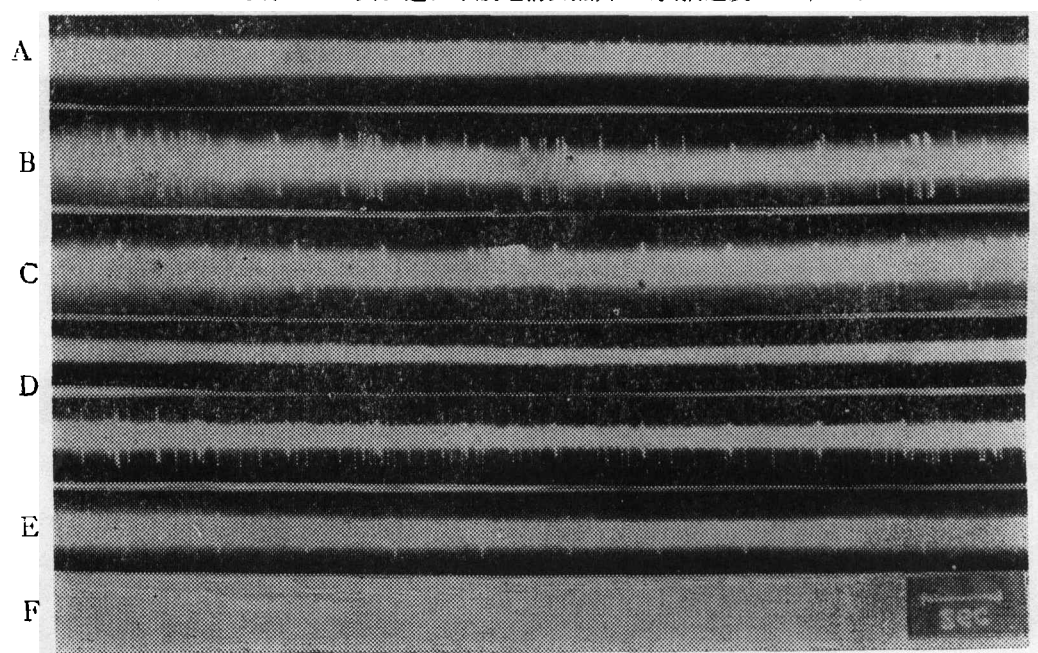
上：髂腹下神经未受到电刺激前该单位的放电情况。下：髂腹下神经受到电刺激的情况。

图6 52号神经元（抑制——兴奋性单位）放电活动的情况照片（扫描速度 1 cm/2 sec）。



A: 髂腹下神经元未受到电刺激前该神经元放电情况; B: 当对髂腹下神经给予电刺激时, 该神经元发生兴奋放电; C: 电针“百会”, “肾门”30分钟之后, 该神经元的放电活动情况; D: 解除电针及去除刺激30分钟之后, 当对髂腹下神经重新给予电刺激时该单位的放电情况; E: 肌注度冷丁(100mg)30分钟之后, 当对髂腹下神经给予电刺激时该神经元单位的放电情况。

图7 40号神经元在实验过程中放电情况照片。(扫描速度 1 cm/sec。)



A: 髂腹下神经未受到电刺激时该神经元的放电情况; B: 电刺激髂腹下神经时该单位的放电情况; C: 电针“百会”、“肾门”30分钟之后该单位的放电减少; D: 解除电针及去除刺激之后30分钟, 该神经元的放电情况; E: 当对髂腹下神经重新给予电刺激时候单位的放电情况; F: 肌注度冷丁(100mg)30分钟之后, 当对髂腹下神经给予电刺激时该单位的放电情况。

图8 57号神经元单位在电针及肌注度冷丁前后的放电情况照片(扫描速度 1 cm/sec。)