

# 电刺激大脑皮层体感Ⅲ区对 体感Ⅰ区慢痛反应的影响

冯鉴强 陈培熹

(生理学教研室)

**摘要** 本文观察了电刺激猫大脑皮层SⅢ区对SI区慢痛反应的影响。结果表明,电刺激SⅢ区可使SI区的C-CEP的幅值明显变小,这种抑制作用明显大于刺激SI区对C-CEP的作用。电刺激SⅢ区的表层和深层对C-CEP的抑制效应大于中层,而且电刺激SⅢ区深层时,刺激强度与C-CEP被抑制程度呈正相关关系。提示SⅢ区可能参与慢痛反应的调制过程。

**关键词** 大脑皮层 体感Ⅲ区(SⅢ) C类纤维 体感Ⅰ区(SI) 慢痛反应

我们曾报道<sup>[1]</sup>,以极化电流阻断A类纤维的传导,仅让C类纤维传入时,在对侧大脑皮层体感Ⅰ区(SI)记录到可反映慢痛反应的C类纤维皮层诱发电位(C-CEP);电刺激SI区的不同深度对C-CEP可产生不同程度的抑制作用<sup>[2]</sup>。Darlan-Smith<sup>[3]</sup>曾确定猫大脑皮层的前上雪氏回为特异的体感Ⅲ区(SⅢ),其传入投射及功能结构有别于SI区;电刺激SⅢ区可引起三叉神经初级传入纤维去极化<sup>[4]</sup>,提示SⅢ区可能参与感觉的调制。因此,本文电刺激大脑皮层SⅢ区,观察其对SI区C-CEP的影响,并与刺激SI区的效应相比较,对进一步探讨大脑皮层在慢痛反应中的调制作用有一定的意义。

## 材料和方 法

实验用猫18只,体重1.5~3.0kg,雌雄不拘。静脉注射1%氯醛糖(70mg/kg)麻醉。切开气管并插管。开颅,暴露右侧大脑皮层前半部。分离左侧隐神经,结扎并剪断外周端,在近中端分别放置刺激电极、阻断电极和记录电极。实验观察时,静脉注射40%三碘季铵酚0.3~0.5ml以使动物无动化,同时给予人工呼吸。肛温维持在 $37 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 。

刺激隐神经用电子刺激器产生的单个或串方电波脉中,刺激参数为:总周期1S,波宽0.1~

0.3ms,强度20~25V,脉冲间隔8ms。用直流电阳极阻滞技术阻断隐神经A类纤维传入,阻断电流为50~250 $\mu\text{A}$ 。刺激大脑皮层用藏于金属套管内的双极电极,极间距离0.5mm。刺激用恒流隔离器输出的单个方波电脉冲。刺激参数:总周期1S,波宽0.1ms,强度16~100 $\mu\text{A}$ 。

在右侧大脑皮层后乙状回SI区表面单极引导皮层表面诱发电位,参照电极置于前额皮下。动物接地。皮层诱发电位和神经动作电位经前置放大器放大后输入阴极射线示波器进行监视,同时送入ATAC250迭加仪进行20次平均处理后,再以X-Y记录仪记录。

电刺激大脑皮层后,C-CEP被抑制(衰减)程度按下式计算:
$$I = -\frac{A-B}{A} \times 100\%$$
I为被抑制程度,A为刺激大脑皮层前C-CEP的幅值(P-N峰峰值),B为刺激后C-CEP的幅值。

## 实 验 结 果

### 一、电刺激SⅢ区表层对SI区C-CEP的影响(和刺激SI区比较)

在7例实验,比较了电刺激SⅢ区和SI区表层对C-CEP的影响。结果如图1所示。图1上图为1例实验的记录曲线。显示刺激SⅢ区和SI区对C-CEP均有抑制作用,但SⅢ区的

抑制作用大于 S I 区。下图为 7 例实验的统计结果。

用 16μA 的电脉冲分别刺激 S III 区和 S I 区的表层时，对 C-CEP 的抑制程度分别为 33.6 ± 5.4% (均值 ± 标准误，下同) (P < 0.002) 和 20.3 ± 6.8% (P < 0.05)。经统计学处理，两者无显著差异。(图 1 下，a)

用 33μA 的电脉冲刺激 S III 区表层时，对

C-CEP 的抑制程度为 34.9 ± 7.5% (P < 0.005)；刺激 S I 区时为 16.1 ± 5.4% (P < 0.05%)。经统计学处理，刺激 S III 区的抑制作用明显大于刺激 S I 区(图 1 下，b)。用 66μA 分别刺激 S III 区 S I 区时，对 C-CEP 的抑制程度 34.6 ± 6.8% (P < 0.005) 和 4.5 ± 6.1% (P > 0.20)。刺激 S III 区的抑制作用也明显大于刺激 S I 区 (P < 0.01) (图 1 下，c)。

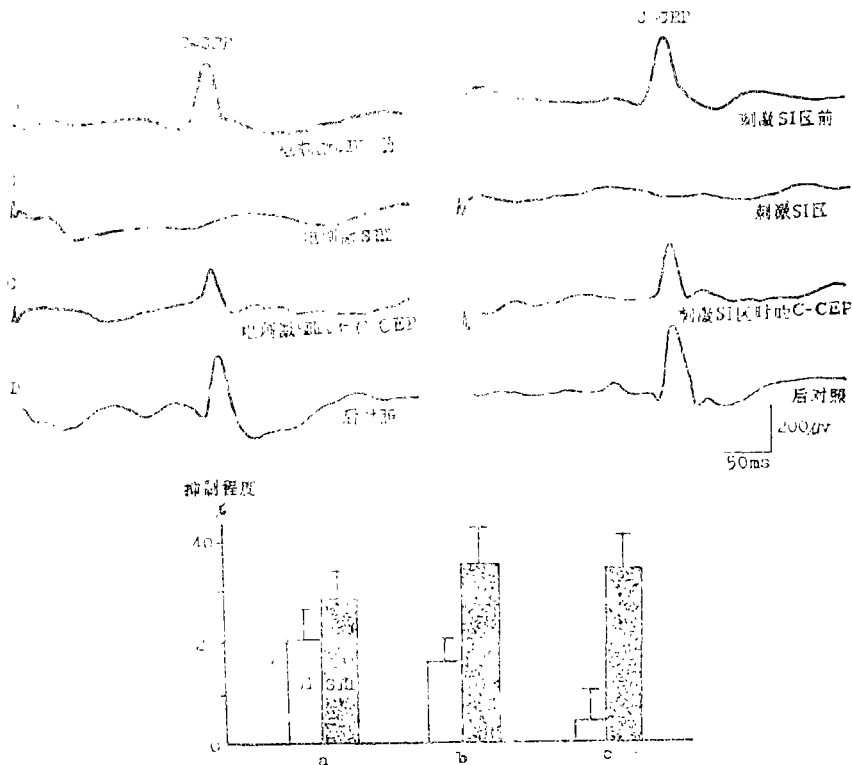


图 1 电刺激 S III 区和 S I 区表层对 C-CEP 的影响

上图为 1 例实验的记录曲线。图左侧和右侧分别为刺激 S III 区和 S I 区对 C-CEP 的影响

下图为 7 例实验的 C-CEP 幅值变化的统计直方图。纵座标为抑制程度，柱为均值，竖线为标准误。

以后直方图相同。a、d 和 c 组分别表示电刺激皮层的强度为 16、33 和 66μA

S I 区刺激点与记录点的距离为 3.0mm, S III 区刺激点的距离为 13.2 ± 0.3mm (均数 ± 标准差)。提示刺激大脑皮层对 C-CEP 的抑制作用与空间距离有关，但并非刺激点离记录点近的抑制作用就大。

### 二、电刺激 S III 区对 C-CEP 的抑制时程

电刺激 S III 区对 C-CEP 的抑制时程见图 2。上图为 1 例实验的记录曲线，显示刺激

S III 区时，C-CEP 明显衰减，停止刺激后抑制作用仍持续 4 分钟。下图为 10 例实验的统计结果。当用 66μA 强度刺激 S III 区表层时，C-CEP 衰减 38.9 ± 11.7% (P < 0.01)，停止刺激后 1、2、4 分钟，C-CEP 仍分别衰减 35.9 ± 9.4%、33.1 ± 8.4% 和 28.3 ± 10.3% (P 值均小于 0.05)，停止刺激后 5 分钟，C-CEP 衰减 14.9 ± 9.0% (P > 0.20)。

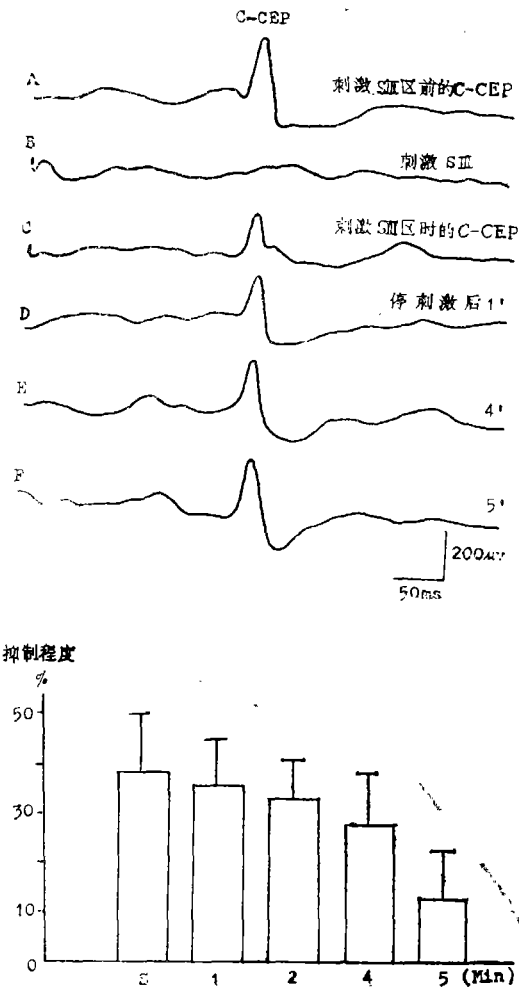


图2 电刺激SⅡ区对C-CEP的抑制时程  
上图为1例实验的记录曲线。

下图为7例实验的C-CEP幅值变化的统计直方图。S柱表示刺激SⅡ区时C-CEP的抑制程度；1、2、4、5柱分别表示停止刺激SⅡ区1、2、4、5分钟后C-CEP的抑制程度

### 三、电刺激SⅡ区的不同深度对C-CEP的影响

在7例实验，用100μA强度刺激SⅡ区表层时，对C-CEP的抑制程度为29.9±1.5% (P<0.001)，刺激深层(脑表面下1.8mm)的抑制程度为37.2±9.3% (P<0.02)，刺激中层即脑表面下1.0和1.4mm深度的抑制程度分别为9.9±6.5% (P>0.10)和6.8±11.60% (P>0.50)。刺激表层和深层对C-CEP的抑

制程分别与中层相比，差异显著(P<0.05)，但表层与深层相比，差异不显著，见图3。用33μA的电脉冲刺激SⅡ区的表层和深层，对C-CEP的抑制程度分别为34.9±7.5% (P<0.005)和15.7±14.9% (P>0.20)，而刺激中层的1.0和1.4mm深度的抑制程度分别为4.3±7.7%和5.8±8.3%，P值均大于0.50(图3)。

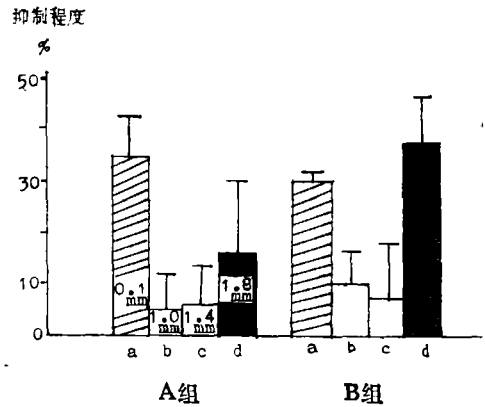


图3 电刺激SⅡ区的不同深度对C-CEP的影响  
A组刺激电流强度为33μA，B组为100μA。  
a柱表示刺激SⅡ区的表层(距脑表面下0.1mm)  
b、c柱分别表示刺激中层(1.0和1.4mm)  
d柱表示刺激深层(1.8mm)

### 四、不同强度电刺激SⅡ区对C-CEP的影响

用不同强度电流刺激SⅡ区深层时对C-CEP的影响见图4。当刺激强度为33和66μA时，对C-CEP的抑制强度分别为15.7±14.9%和24.3±15.6%，P值均大于0.05。随着刺激强度增大，抑制作用亦增大。用83和100μA强度刺激时，抑制程度分别为27.3±9.5% (P<0.05)和37.2±9.3% (P<0.02)。经统计学处理，刺激强度与抑制程度之间呈正相关关系(r=0.970, P<0.002)。但用以上强度刺激SⅡ区的浅层时，此关系不明显。

### 讨 论

60年代，Darian-Smith等<sup>[3]</sup>确定猫大脑皮层的前上雪氏回为特异的SⅡ区，认为它的传入投射及功能结构不同于SⅠ区。还观察到电刺激SⅡ区可使三叉神经初级传入纤维去极化，

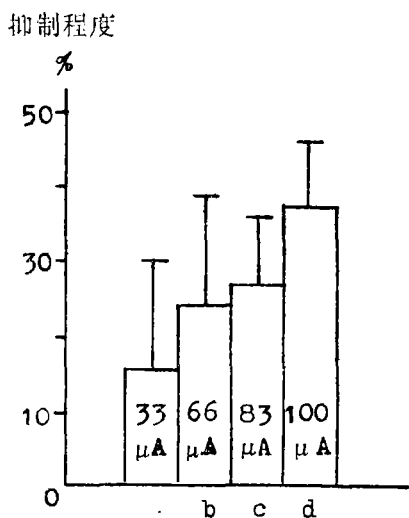


图4 不同强度电刺激SⅡ区对C-CEP的影响  
柱内数字表示刺激SⅡ区的电流强度

提出SⅡ区可影响外来信息的传入<sup>[4]</sup>。本文以SⅠ区的C-CEP作为慢痛反应的指标,观察到电刺激SⅡ区时能明显地抑制C-CEP,并出现抑制后作用,表明SⅡ区可能参与对慢痛信息的调制过程。其机制可能是通过下行性调制通路作用于皮层下中枢而阻滞C类纤维传入往上传。如Darian-Smith等<sup>[4]</sup>观察到初级传入纤维(C类纤维)去极化;刺激体感运动区可抑制脊丘束的冲动往上传<sup>[5]</sup>。抑制作用也可能发生在皮层,由于两种不同来源冲动在传播过程中,涉及到一些共同的神经成份而发生阻塞现象,使后到的冲动减弱;还可能通过皮层内的抑制性神经元抑制了C-CEP。Marin<sup>[6]</sup>报道,大脑皮层内的蓝细胞是一种抑制性神经元,分布在浅层和深层较多。本文观察到刺激SⅡ区浅层和深层的抑制作用较大,可能与此有关。

本文还看到刺激SⅡ区对C-CEP的抑制作用大于刺激SⅠ区。值得注意的是,SⅡ区刺激点离记录点的距离比较远,而SⅠ区刺激点的距离较近,并与记录点同在一个区域内,这提示刺激皮层对C-CEP的抑制作用与空间距离有关,但并非刺激点离记录点近或与记录点同区,抑制作用就大。提示体感皮层的不同部位对慢痛反应的调制过程比较复杂,存在区域差

异。

刺激SⅡ区的不同深度对C-CEP的抑制程度不同,其中刺激表层和深层的抑制效应大于中层,提示刺激深度不同对C-CEP的影响不同。有报道<sup>[7]</sup>,刺激皮层的较表浅部位,痛阈升高明显,刺激较深部位,痛阈升高则趋不明显。但Asanuma等<sup>[8]</sup>报道,刺激皮层较深层产生抑制效应的阈值比刺激皮层表面的低得多。

关于刺激皮层的强度与抑制程度之间的关系,有两种观点。有人<sup>[9]</sup>认为刺激强度与抑制作用之间没有恒定的关系。但另有人<sup>[7]</sup>认为,在一定范围内刺激皮层的电流增加时,对侧痛阈的升高更为明显。本文观察到刺激SⅡ区的深层时,刺激强度与抑制程度呈正相关关系,刺激其他深度时这种正相关关系则不明显,与前文<sup>[2]</sup>的结果相一致。表明刺激强度与抑制程度是否存在正相关关系也与刺激深度有关,可能是深层对C-CEP的调制作用较重要。

综上所述,SⅡ区不仅是躯体感觉的一个投射区,还可能参与慢痛的调制过程,对C-CEP有不同程度的抑制作用,与刺激强度和深度有关。

### 参 考 文 献

- [1] 陈培焄,等.刺激隐神经C类纤维诱发体感皮层电反应(平均诱发电位).生理学报 1986; 38(1):1.
- [2] 冯鉴强 陈培焄.电刺激大脑皮层体感I区对隐神经C类纤维诱发电位的影响.广东生理学通报 1986; 3(1):1.
- [3] Darian-Smith I, et al. Somatic sensory cortical projection areas excited by tactile stimulation of the cat; A triple presentation. J Physiol 1966; 182:671.
- [4] Darian-Smith I, et al. Cortically evoked depolarization of trigeminal cutaneous afferent fibers in the cat; J Neurophysiol 1966; 29:170.
- [5] Towe AL. Somatosensory cortex: Descending influence on ascending system. In Handbook of Sensory Physiology. Vol. I: The somato-

- sensory system, (ed, Iggo: A) Springer-Verlag; Berlin, Heide Berg, New York, 1973; p151.
- [6] Marin PM. Origin of the pericellular baskets of the pyramidal cells of the human motor cortex. *Brain Res* 1969; 14:633.
- [7] 黄忠致, 等。躯体感觉Ⅰ区皮层内微刺激对猕猴回避性操作式条件反射和针刺镇痛的影响。 *生理学报* 1983; 30(3):286.
- [8] Asanuma H, et al. Functional organization of a cortical efferent system examined with focal depth stimulation in cats, *J Neurophysiol* 1967; 30:35.
- [9] Greenbaum JR, et al; Excitability cycles of different gyri of cat cortex. *EEG Clin Neurophysiol* 1965; 18:109.

## Influence of Electrical Stimulating Somatosensory Area Ⅲ (S Ⅲ) on Cortical Response to Slow Pain in Primary Somatosensory Area (SI)

Feng Jianqiang      Chen Peixi

(Department of Physiology)

### Abstract

Experiments were performed on cats under chloralose anaesthesia and immobilized by gallamine triethiodide. The saphenous nerve was stimulated with strong electric pulses and the A-fibers were blocked by anodal current so as to excite C-fibers selectively. The cortical potential evoked by C-fibers input (C-CEP) which related to slow pain was recorded on the contralateral primary somatosensory area (S I). The different depths of S Ⅲ were stimulated with the electric pulses of different intensities and the effect of the stimulation on C-CEP was observed.

The results showed that when the S Ⅲ was stimulated, the amplitudes of C-CEP decreased and the after-effect might continue for 4 minutes. It indicated that the stimulation of S Ⅲ had an inhibitory effect on C-CEP. The inhibitory effect of S Ⅲ stimulation was stronger than that of stimulating S I. The effect of stimulating superficial and deeper layers of S Ⅲ on C-CEP was more powerful than that of middle layers. When the deeper layers of S Ⅲ were stimulated the stronger the stimulating intensity was, the stronger the inhibitory effect appeared. It revealed that the inhibitory effect of stimulating S Ⅲ was associated with the intensity and the depth of stimulation. From the above results, it is suggested that S Ⅲ might participate in the modulation of slow pain.

Key words: Electrical stimulating      Somatosensory Area Ⅲ Primary Somatosensory Area (S I)