

大脑皮层在针刺镇痛中作用的研究

I. 电针效应对山羊大脑皮层诱发电位的影响

王树诚 谭卫国 卓隍 叶浩

(牧医系)

提 要

本实验为用电生理方法对32头山羊进行了电针效应对大脑皮层体感区诱发电位影响的观察。其结果是：1. 在腹壁髂腹下神经进行伤害性刺激（模拟腹壁切开痛），可以在对侧大脑皮层薛氏裂中支前方的外薛氏回上引出典型的诱发电位。此诱发电位可受电针的影响，当针刺“百会”、“肾门”穴组时，可见诱发电位明显地被抑制；停止电针时，诱发电位又复出现。2. 对正中神经与隐神经进行伤害性刺激所引出的诱发电位其皮层投射区，都在髂腹下神经的附近，而且针刺“百会”、“肾门”穴组也会使两者的诱发电位受到抑制。3. 本试验证明，以伤害性刺激引起的大脑皮层诱发电位做为指标时，可见刺激不同穴位导致明显的不同效果。但有关针麻作用下大脑皮层诱发电位的改变和镇痛作用之间的关系，尚待进一步探讨。

前 言

采用“百会”、“肾门”等在脊髓附近取穴，在电针麻醉下进行牛的腹部手术，近年来，在临床上已证实其镇痛效果相当满意。为了探讨针麻原理，我们特选用这一临床上行之有效的穴组，在羊体上进行电针麻醉。初步验证，在羊体施以“电针”，也和兔^[3]、猫^[2]及驴^[1]等其他实验动物身上所取得的结果相似，可以观察到电针效应对躯体相应部位，由于刺激神经而在大脑皮层相应体感区所引起的诱发电位，确实起到明显的抑制作用。本实验设计以刺激山羊腹壁髂腹下神经，模拟腹部手术通路造成的腹壁痛，并以前肢正中神经和后肢隐神经进行对比，在电针麻醉下，直接观察电针效应与皮层诱发电位的关系。

实 验 方 法

为了使实验动物在生态及生理方面更接近于牛体，我们特采用与牛同属反刍类家畜的山羊作为实验动物模型。

• 本实验曾承蒙广西医学院刘观龙付教授指导，本校马爱云讲师协助作统计学处理，范颖慧同志参加部分实验，特致谢意。

选用健康成年山羊共32头, 体重为18~23公斤, 性别、年龄均随机。先用1%戊巴比妥钠按20~30毫克/公斤的剂量, 进行静脉内注射, 使动物进入浅麻醉状态。然后进行气管插管, 分离一侧腹壁髂腹下神经, 打开对侧颅腔(包括去除角突及部分额骨、额骨内板, 暂保留硬脑膜)。待动物稍清醒后, 按5毫克/公斤的剂量肌肉注射琥珀酰胆碱, 使动物处于充分肌松状态。用自行设计改装的脑定位仪将羊头固定。周密观察注射过肌松剂后的动物呼吸状态, 当发现无自发呼吸时, 立即装上人工呼吸机, 并进行人工呼吸和供氧。将头部固定妥善及颅腔充分止血后, 小心地剪开硬脑膜, 在皮层上滴上少许温石蜡油以防干燥, 然后将纯金丝球头单极引导电极直接安放在大脑皮层上, 参考电极夹在头部皮肤切口缘上, 并使动物妥善接地, 然后进行引导。

将腹壁髂腹下神经安放在金属刺激电极上, 两极之间相距5毫米。用电子刺激器输出单个矩形波电脉冲, 通过隔离器后经上述电极进行刺激。刺激参数为: 电压5~20伏特, 波宽0.3~0.6毫秒。

电针刺激曾采用过CDM—5型针麻参数分析仪(武汉出产), 实验中, 因为电针伪迹太大, 直接影响了诱发电位的观察和记录, 后改用临床上我们常用的73—10型兽用综合电疗针麻机(广东出产)进行电针刺激。刺激参数为: 电压12~25伏特(空载), 频率为50赫兹(H_z), 波形为双相尖峰波, 连续波型, 诱导时间为10~20分钟。

实验进行程序分三个阶段: 1. 先分别找到腹壁髂腹下神经、后肢隐神经和前肢正中神经电刺激时在大脑皮层的投射区, 引出稳定的诱发电位。2. 在“百会”、“肾门”穴进针、通电, 进行电针麻醉, 并观察诱发电位的变化。3. 停电拔针后, 观察诱发电位恢复情况。以上三个阶段的实验结果, 都用连续照相机拍摄下来。因实验是在不用叠加仪的技术条件下进行的, 为了减少自发脑电的影响, 将每阶段诱发电位连续拍摄10张, 取其正电位波幅的平均值, 最后将各个阶段诱发电位的波幅进行统计学处理, 加以分析。上述实验的观察全部在屏蔽室内进行。

实验结果

(一) 大脑皮层体感区的定位及诱发电位的观察

在本实验前, 通过十五头山羊的预备试验, 初步将山羊腹壁髂腹下神经、后肢隐神经以及前肢正中神经在大脑皮层的投射区的定位问题先予以决定。我们观察到它们的最大诱发电位, 都发生在对侧大脑皮层薛氏裂中支(middle branch of the Sylvian fissure)前方的外薛氏回(Ectosylvian gyrus)^[7]上。各神经的皮层投射区位置之间的关系是: 后肢隐神经皮层投射区比腹壁髂腹下神经皮层投射区的位置稍高; 前肢正中神经比腹壁髂腹下神经皮层投射区的位置稍低。即腹壁髂腹下神经皮层投射区的位置介于隐神经和正中神经皮层投射区位置之间(图1~2)。

以上各皮层投射区的范围大小, 大约为3mm×5mm。各区之间偶有重叠。

当用单脉冲刺激以上各种神经时, 都可以在各自的皮层投射区引出一个明显而又稳

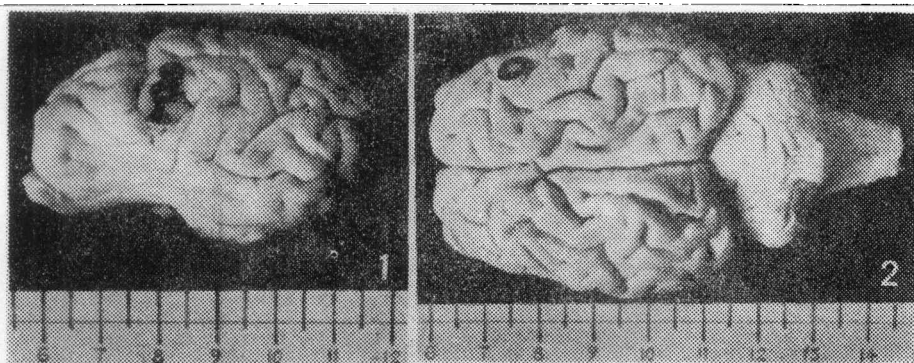


图1 黄牛大脑皮层体感区投射位置(侧面观) 图2 黄牛大脑皮层体感区投射位置(正面观)

●为后肢隐神经皮层投射区位置; ○为腹壁髂腹下神经皮层投射区位置;
▲为前肢正中神经皮层投射区位置。

定的诱发电位,在示波器上可以见到呈现一个先正后负的双相电位,正相电位波幅为200~800微伏(μV)潜伏期为10~25毫秒(ms)。由于实验是在缺乏叠加仪的技术条件下进行的,所以无法完全排除动物在清醒状态下自发脑电的干扰,对在扫描中偶而出现个别超过1000微伏的电位,则认为不真实,因而不计在内。

在实验中还经常观察到在上述双相电位后方,有时出现一个潜伏期较长的单相正电位,看来可能属于C类纤维兴奋,对痛反应似更有意义。但因此电位波幅值较小,而且不太稳定,当自发脑电活跃时,更难于观察,因而我们此次实验暂以前方短潜伏期早出现的诱发电位作为主要观察的对象。

(二) “电针”山羊“百会”、“肾门”穴对刺激腹壁髂腹下神经诱发电位的影响

当进针“百会”(相当于腰、荐接合部)及“肾门”穴(位于 L_2 及 L_3 之间)后,开始通电诱导时迅速出现对诱发电位的抑制现象,即显示波幅减小或消除(图3)。将16头山羊电针前、后电位变化数值,经过统计学处理(表1),其结果表明 $P < 0.01$,具有极显著的差异。

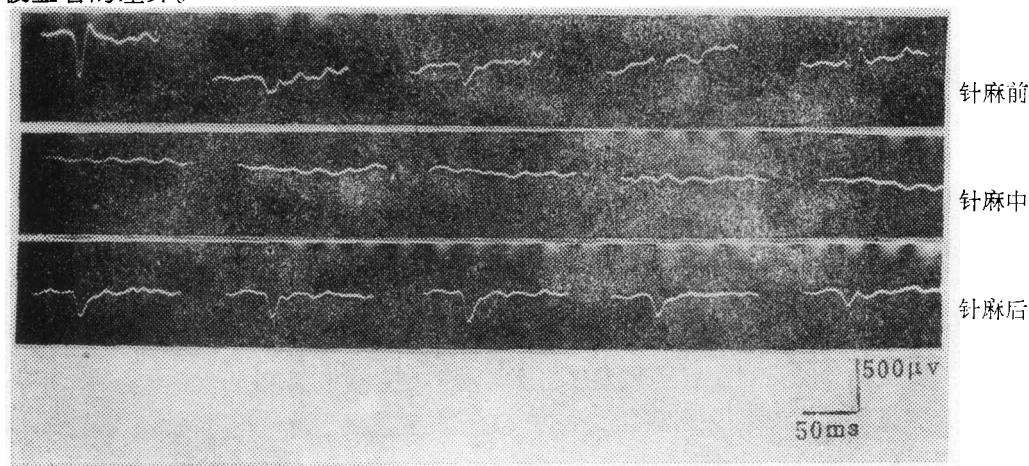


图3 电针“百会”“肾门”穴组对刺激山羊腹壁髂腹下神经诱发电位的影响(16号山羊;各阶段皆取第1→第5张照片为例)

表 1 16头实验山羊刺激腹壁髂腹下神经痛诱发电位在“电针”前、中波幅改变的对比*

“电针”阶段羊编号	“电针”前	“电针”中
1	221.0	30.0
2	252.0	126.7
3	328.0	27.5
4	324.0	150.0
5	161.0	122.9
6	260.0	93.3
7	326.7	203.3
8	238.0	42.1
9	358.0	157.0
10	303.0	149.0
11	173.0	107.0
12	295.0	174.0
13	452.0	218.0
14	294.0	23.0
15	440.0	115.0
16	255.6	77.5
对比结果	$t = 9.19 > t_{0.01}$ $\therefore p < 0.01$ 差异极显著	

* 1. 各“电针”阶段的数值皆为连摄10张照片的波幅平均值，以微伏(μV)为单位；

2. 表中全部实验羊的“电针”刺激参数(强度、频率)相同。

(三) “电针”山羊“百会”、“肾门”穴组对刺激后肢隐神经及前肢正中神经诱发电位影响的观察

取“百会”、“肾门”穴组进行“电针”，通过5头山羊作同一侧后肢隐神经刺激(模拟后肢手术创痛)；3头山羊作同一侧前肢正中神经刺激(模拟前肢手术创痛)，观察对各自对侧皮层诱发电位的影响。结果发现，本穴组进行“电针”，对以上各诱发电位也有明显的抑制作用(图4、5)。经统计学处理(表2、3)进行“电针”前、后对比，其结果表明 $P < 0.01$ ，差异极显著。此外，说明取穴“百会”、“肾门”进行电针刺激，除对腹壁痛具有镇痛作用外，对后肢及前肢的痛刺激也具有镇痛作用。表明这一穴组的镇痛范围较广。如曾报道过的兔的脊髓针麻效果所示^[3]，即沿脊髓取穴施“电针”，不仅可使胸、腹部镇痛，其镇痛范围还可以远达前、后肢等部，据我们在羊体上观察，情况与此相似。

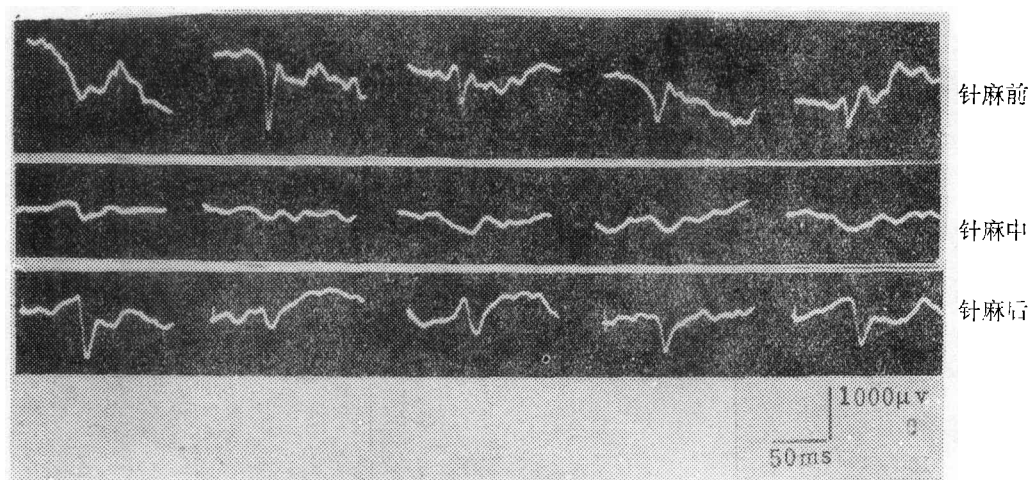


图4 电针“百会”、“肾门”穴组对刺激山羊后肢隐神经诱发电位的影响(12号山羊;各阶段皆取第1→第5张照片为例)。

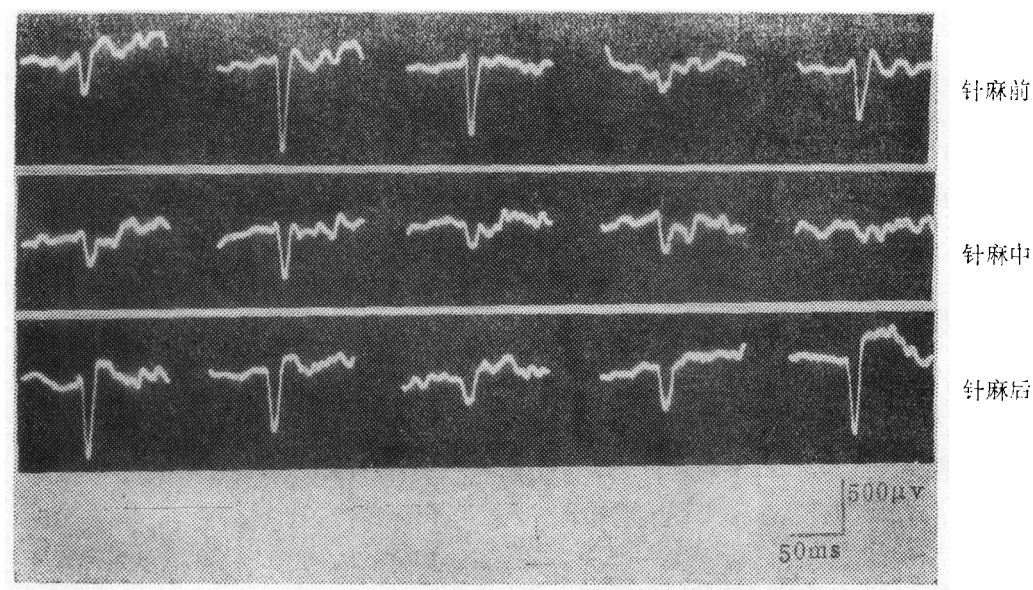


图5 电针“百会”、“肾门”穴组对刺激山羊前肢正中神经诱发电位的影响(9号山羊;各阶段皆取第1~第5张照片为例)。

表2 5头实验羊刺激后肢隐神经诱发电位在“电针”前、中波幅改变的对比*

“电针” 羊编号	阶段	“电针”前	“电针”中
9		370.0	73.5
10		454.0	34.0
11		166.9	20.0
12		305.0	25.0
15		395.0	116.7
对比结果		$t = 6.5 > t_{0.01}$ $\therefore p < 0.01$ 差异极显著	

* 1、同表一说明1； 2、所用“电针”刺激参数与用于腹壁髂腹下神经相同，5号羊也相同。

(四) 影响电针效应的一些因素的探讨

1. “电针”刺激量变化对诱发电位的影响：在同一羊体上进行电针刺激，虽然穴组相同，进针深度也相同，若刺激量不同则对诱发电位的影响也有明显差别。刺激量中电流强度的变化影响很大：电压过低，则不起针麻效应。以13号羊为例，当电压在5伏特时，痛刺激的诱发电位可以不受影响；当电压升到20伏特时，诱发电位很快出现被抑制的状态（图6）。

表3 3头实验羊刺激前肢正中神经诱发电位在“电针”前、中波幅改变的对比*

“电针” 羊编号	阶段	“电针”前	“电针”中
9		337.0	187
10		472.2	302
12		338.0	191
对比结果		$t = 21.32 > t_{0.01}$ $\therefore p < 0.01$ 差异极显著	

* 1、同表一说明1； 2、所用“电针”刺激参数与用于后肢及腹壁相同，3头羊也相同。

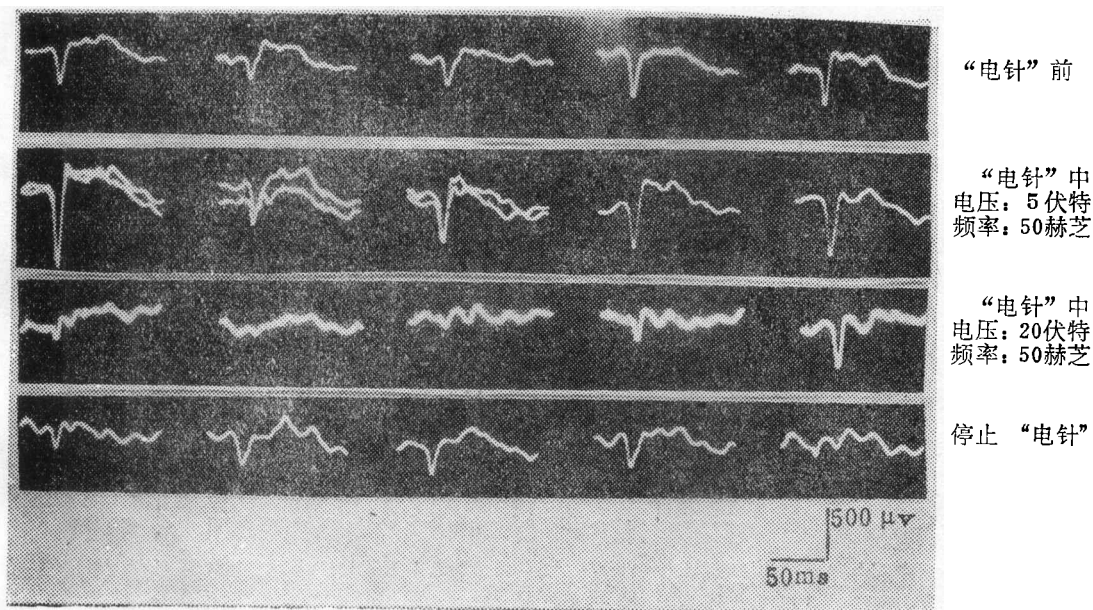


图6 “电针”同一穴组而刺激强度不同对诱发电位的影响（13号羊）。

1. 采用电针“百会”、“肾门”对刺激山羊髂腹下神经诱发电位的影响作为观察对象；2. 每个阶段皆取第1~第5张照片为例；3. 当电压为5伏特时，诱发电位根本不被抑制；4. 当电压升到20伏特时，诱发电位明显被抑制。

2. “电针”时进针深度对诱发电位的影响: 在实验中我们注意到, 虽然体表取穴的位置准确, 但如果进针深度不适当 (主要是不够深), 则针麻效应也不理想。特别在“肾门”穴进针时, 如果针尖只穿进棘间韧带, 而未穿通弓间韧带进入椎管时 (相当于硬膜外腔), 则诱发电位不受影响。尽管加大刺激量, 针麻效应也发挥不出来。但当针调至适当深度即刚刚刺破弓间韧带后 (应有刺破窗纸样感觉), 则见诱发电位迅速出现被抑制的现象。经亚铁氰化钾定位染色观察, 此时针尖适在椎管内而不在椎管外。

3. 取穴“抢风”、“三阳络”作电针效应的对比观察: 模拟马属动物腹部手术常用针麻穴组——“抢风”、“三阳络”的取穴法, 在11号羊身上进行“电针”对腹壁镇痛效应观察, 结果在羊体采用此穴组进行“电针”, 未能观察到有如“百会”、“肾门”穴组所见到的对诱发电位的抑制作用 (图7)。

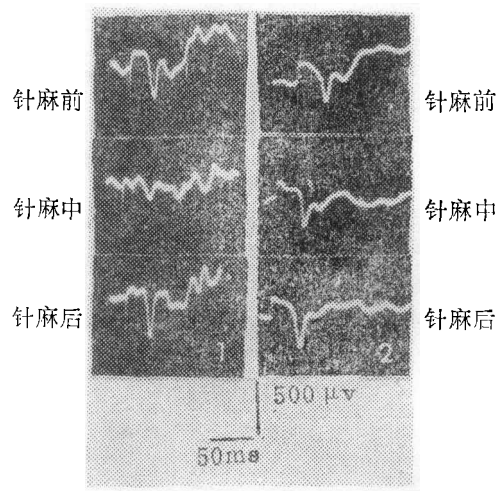


图7 “电针”不同穴组对刺激同一羊体腹壁髂腹下神经诱发电位影响的对比观察 (11号山羊; 两组电针刺激参数完全相同)。1. 电针“百会”“肾门”穴组对诱发电位的影响; 2. 电针“抢风”、“三阳络”穴组对诱发电位。

讨 论

(一) 近年来, 从以电生理方法研究针麻原理的有关报道来看, 不论是刺激牙髓神经所引起的皮层诱发电位^{[6][8][8]}, 还是刺激隐神经以及内脏大神经所引起的皮层诱发电位^[2], 都认为这类诱发电位在一定程度上可以作为反映痛觉的客观指标。我们依据这些启示, 并有鉴于大动物腰旁凹是腹部手术较常用的手术通路, 特在该凹中选用腹壁髂腹下神经作为刺激点, 模拟腹壁创伤痛, 也得出相似的实验结果。因此, 我们认为: 用刺激髂腹下神经所引出的诱发电位, 在一定程度上可以反映腹壁痛刺激的客观指标。

(二) 通过本实验, 观察到采用“百会”、“肾门”穴组进行电针刺激, 可以使羊体腹壁髂腹下神经诱发电位受到明显抑制。从而为我们在临床上推荐的“百会”、“肾

门”穴组做为反刍类家畜(牛、羊等)腹部手术的有效针麻穴组,进一步提供了实验的数据。另一方面,从实验结果来看,采用这类穴组进行电针刺刺激,不仅可以使腹壁区产生镇痛作用,而且对前、后肢的痛刺激也具有镇痛作用。因而,可以说,这一穴组的镇痛作用范围是相当广泛的。按“百会”、“肾门”穴皆位于脊髓通路上,属于脊髓针麻。但从其镇痛的广泛性来看,其镇痛的机制是既不能完全以神经的节段分布来解释,又不能仅以电针可能对脊髓通路起局部阻滞作用这一想法来加以解释的。例如前肢正中神经起源于最后两个颈神经和最前两个胸神经,从处于脊髓的水平而言,都远远在“肾门”穴位(L_2 及 L_3 之间)的前方(颅侧),如果电针仅是阻断痛觉传递的话,正中神经的中枢传入通路不属被阻滞范围之内;而按神经的节段分布来说,“肾门”穴位(更不必提“百会”穴)与正中神经起源的脊髓节段联系更是相去甚远。

从上述这些实验结果所表明的远节段针刺(电针)镇痛效应(或普遍性的针刺镇痛效应),都提示了在针刺镇痛机制中,中枢神经系统是直接参与作用的。也就是说,针刺时远隔部位的镇痛作用,可能是通过神经系统中枢部位的作用来实现的。

(三)从本实验的结果可以看出,当开始“电针”时,痛刺激的诱发电位迅速被抑制,“电针”一停,被抑制的诱发电位又迅速恢复。这一现象也和一些报道的实验结果一致^{〔2〕〔3〕〔4〕},而与临床实际情况有些不符。这是否由于产生痛觉的机制及其反应都是一个较复杂的神经活动过程,而我们所观察到的仅仅是其中某一水平的一个片断而已,这类问题尚有待进一步探讨。

另一方面,也观察到:如果刺激强度不够,则不起痛抑制作用。有人称此为“针麻阈”,即刺激强度一定要达到这个阈值,针麻才能产生镇痛效应,达不到这个阈值(即刺激强度不够),则不起作用。从本实验结果“四”中确实观察到这一现象。这对兽医针麻临床应用上具有一定的指导意义。此外,对于穴位的准确性,进针的深度,都对针麻效应有一定影响,从本实验中也可看到与临床观察相一致的结果。

(四)从实验中可以看到:穴组不同,针麻效应也不同。就羊的腹壁镇痛来说,采用“抢风”、“三阳络”穴组,就不如采用“百会”、“肾门”穴组镇痛效果好。这一现象,是否可以解释为穴位的特异性或不同畜种的差异,有待进一步探讨。

(五)对针刺效应能使相应的皮层诱发电位产生明显的抑制现象,我们认为利用这一实验结果,在进行针麻较佳穴组的筛选和最佳刺激量的测定上,尚不失为一个比较客观的镇痛指标。

参 考 文 献

- 〔1〕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。
- 〔2〕中山医学院生理学教研组人体组胚教研组:“电针”对大脑皮层体感区诱发电位的影响,《新医学》,5(2)1974;

- [3] 第四军医大学针麻研究组: “兔脊髓麻醉实验”, 《针刺麻醉原理的探讨》, 188—193, 人民出版社, 1974年。
- [4] 河北新医大学病理教研组: “针刺麻醉原理的实验研究”《针刺麻醉原理的探讨》, 158—165, 人民出版社, 1974年。
- [5] Chatrian GE, et al, , Cerebral responses to electrical tooth pulp stimulation in man, *Neurology*(25) : 745—757, 1975.
- [6] Melzack , et al , , Responses evoked at the cortex by tooth stimulation , *Amer . J . Physiol* , 1957.
- [7] Sisson and Grossmans , *The Anatomy of Domestic Animals* , 5th . ed , 1975, P1072—1078.
- [8] Vyklicky , L . et al , , *Brain Res* . 41: 211. 1972;

STUDIES ON THE ROLE OF THE CEREBRAL CORTEX IN ACUPUNCTURE ANALGESIA

I. The influence of electro-acupuncture in goats on cerebral evoked potential

Wang Shucheng Tan Weikuo Zhou Hwang Yeh Howard
(Department of Veterinarry Medicine)

ABSTRACT

Electrophysiological studies were carried out on 32 goats to assess the effect of electro-acupuncture on cerebral evoked potential. The following results were observed,

1. Subjecting the iliohypogastric nerve to noxious stimulation (mimicking the incision pain induced during surgical operation) could produce evoked potential at the Ectosylvian gyrus located anterior to the middle branch of the Sylvian fissure of the Cerebral cortex on the opposite side, and this could be modified by electro-acupuncture. This evoked potential was markedly inhibited when the "Baihui" (百会) and "Shenmen" (肾门) set of points were used in electro-acupuncture and it reappeared upon cessation of acupuncture.

2. The evoked potential induced by noxious stimulation of the Median nerve as well as the Saphenous nerve occurred adjacent to that induced by stimulation of the iliohypogastric nerve, and could also be suppressed by electro-acupuncture at the "Baihui" and "Shenmen" set of points.

3. This experiment proved that to make puncture in different points produced markedly different effects by using the cortical evoked potential elicited by noxious stimulation as an index. But further studies should be done before any conclusions could be made concerning the relationship between the modification of the cortical evoked potential and the analgesic effect under acupuncture anesthesia.