

国外针刺麻醉原理研究概况

吴 本 玠

(北京医学院生物物理教研组)

毛主席指出：“中国医药学是一个伟大的宝库，应当努力发掘，加以提高”。针刺麻醉(以下简称针麻)是我国医务人员在毛主席无产阶级革命路线指引下，在针灸止痛基础上，中西医结合，创造和发展起来的一项新的麻醉技术。自从1971年9月我国公开报道这项新成就以来，受到了各国医学界的普遍重视。目前国外生物学、医学工作者开始研究或探讨其原理的不少，思路较活跃，并已将一些先进技术和仪器用来研究针麻原理。

针麻的理论研究主要是两个问题，第一个问题是应该如何正确认识经络和穴位，他们有什么特点？第二个问题是针刺穴位如何对机体发生作用？即针麻的作用原理是什么？现将国外对这些问题的研究情况介绍如下，供参考。

关于穴位和经络的研究

一、穴位特性的研究

穴位的电参数特性 日本用探穴仪(Point locator)或神经测定器(Neurometer)，苏联用Tobiscope测定皮肤阻抗，发现穴位比周围皮肤具有较高的导电现象。法国使用的仪器是应用示波器的原理，测定某些与中国针灸穴位吻合的皮肤点的单向电流的电阻，这种穴位的范围在平方毫米以内，其电阻很小。美国用电压固定方法(Voltage clamp method)测量通过皮肤穴位的电流。西德用高频电流与等效回路方法测定的穴位电参数(见表1)。

表1 穴位和周围组织皮肤的电参数值

	穴 位	周 围 组 织
电 阻	20—250 千欧	> 300 千欧
电容(交流电容)	0.02—0.5 微法	<0.01 微法
电 位	> 周围组织 2—6 毫伏	

穴位的温度特性 用热电偶测定温度来确定穴位，穴位皮肤的温度较周围皮肤为高。日本用热造影方法观察了皮肤温度与穴位的关系。初步看到背腰部的高温带也正是中医所说的“腧穴”所在的部位，而胸、腹部的高温带则相当于诸“募穴”的部位。并看到针刺刺激之下，皮肤温度的分布情况也迅速发生变化。

二、皮肤与内脏相关的研究

日本在“内脏—体壁反射的电测定”报告中，根据石川太刀雄氏的“内脏—体壁反射”学说(即当一定的内脏器官发生病变时，其信号便通过脊髓交感神经反射于一定的体表皮肤部位)进行电测定。

日本有人报道，针刺穴位可以减小切断胃迷走神经所引起的皮肤电变化。并可改善切除迷走神经后的肠胃蠕动停滞的症状，使短时间内恢复正常排便。

奥地利有人发现肺经膈俞穴对膈肌有显著的作用。奥地利和英国的科学工作者报道，与有病脏器关联的穴位皮肤上机能有所改变。显示阈电流值显著升高(见表2)，可以看作是通透性改变的指征，与膜性质变化的半导体特性有关。

表2 肺空洞症患者的电参数变化

	健 侧	患 侧
	肺经太渊穴 皮肤	肺经太渊穴 皮肤
电压(伏特)	6.1 7.2	7.4 6.9
电流(微安)	0.8 0.7	1.4 0.7
电阻(兆欧)	10.5 18.0	6.7 16.5

三、关于经络的研究

日本某医生报道，每天约有三分之一门诊病人可以用肉眼观察到浓淡不同的经络现象。在左足的“临泣”通电5分钟，从“临泣”附近到“阳陵泉”稍微偏上一点的地方，有宽窄一厘米左右的一条白线。这显然是胆经的线路。用手摸，既不痛也不痒，看起来则不凹不凸。过了40—50秒钟，这种胆经的飞行云似的现象就消退了。

日本在“经络主线的组织学研究”一文中，用连续小切片法进行研究。经络主线通常由动脉、静脉、淋巴管以及神经干等四种组织的三条管或由包围着神经干的结缔组织所形成。对特大经穴“乳中”、“膻中”、“神门”等，通过100片的连续组织切片的观察，认为经穴是由结缔组织包围而成，开口于皮表，其中有很多乳头状组织。

关于针麻作用原理的研究

关于针麻的作用原理，国外科学工作者的见解大

致可以分为两类，一类主要是根据经络学说等中医理论，掺杂一些现代医学知识来解释针麻作用。另一类则是试图用现代医学知识，神经体液学说等来解释。主要学说有：

一、经络学说

日本香坂隆夫氏认为，关于针麻与经络有关的事实如下：

1. 眼科针麻时采用小腿“光明”穴，这是用神经生理学所不能解释的。2. 针刺耳穴或用光热刺激腿上固定穴位，能够镇痛。在神经解剖学上不能解释足和耳穴的相对特异性。3. 针刺“内关”时，针感循“内关”所属经络上行，传至腋下或胸前。针感并不传至“内关”的神经所支配的区域的手指上去。这种经络的向心性传导是特殊的東西，除经络学说以外不能说明。4. 在胸部手术施术部位和对侧上肢取穴，所得的效果与同侧一样。经络学说只有一个循环路线，没有左右区别，所以能够说明，但是作为神经支配区的问题，则不能解释。

日本科学工作者认为：1. 针感是针麻的首要问题：在针刺穴位上作局部麻醉，再在那里针刺就不出现针感（即酸、麻、胀、重的感觉），同时在它的周围或全身也不会出现镇痛效果。2. 经络与针麻有密切关系：针麻的特点是针麻随着经络现象而出现。例如，针刺“委中”和“神堂”同属足太阳膀胱经。3. 平田氏十二反应带与针麻横向效果有关：平田藏吉氏的理论指出，人体上除了古典的十二条纵行经络之外，还有横向连络的十二条反应带。利用这个理论能够解释针麻出现的横向关系。例如，针刺手的“阳池”穴，在同侧的“带脉”和“五枢”附近出现麻痹，就是平田氏反应带在针麻横向关系上极好的证明。4. 海德氏带伴随针麻而出现：在内脏功能失常的情况下，便在皮肤特定部位及其深部出现感觉过敏点；这种关连性疼痛称为海德氏带。在两个经穴（腹部和四肢间，或四肢之间）上针刺，接以阳极和阴极，并用中谷氏神经测定器在针上通以大约150周的电流，使在经络上出现麻醉现象。

二、神经和神经体液学说

日本香坂隆夫氏认为，针麻的传导途径主要是神经，事实如下：1. 对于下半身麻痹的患者进行针刺，不能产生针感。2. 对健康人进行针刺，神经传导的速度快。下半身麻痹的患者，得不到这种效果。3. 健康人作腰椎麻醉时，针刺后观察不到白血球增多和神经传导速度加快的效果。4. 在健康人穴位的深部进行局部麻醉时，也同样得不到针刺效果。5. 300个穴位大约有一半穴位下面有神经通过，另一半在0.5毫米的范围内有神经通过。6. 不按经络穴位，只要在神经分布丰富的地方给以电流刺激，亦能麻醉。所选刺激穴位越接近通过手术部位的神经，则麻醉的效果越好。这

叫做“无经无穴法”。7. 通过体表某一穴位附近的神经和支配内脏的神经，在同一水平进入脊髓，因此神经在体表—内脏相关的经络中担负主要任务。

闸门控制学说是加拿大心理学家 R. Melzack 氏所提出，在西方国家中，多数学者用此学说来解释针麻原理。针麻镇痛作用是由于针刺穴位后，以某种速度捻针，能抑制脊髓中的某些神经，而使手术信息达不到大脑。针刺镇痛的作用就在于：针刺刺激了传导一般感觉的大神经纤维，初期引起“T”细胞（第一级中枢神经细胞）的兴奋，其后通过胶状质细胞的负反馈作用迅速使其转入抑制，即关闭闸门。因而这时传导痛觉的小神经纤维的冲动便进不到“T”细胞处，于是也就不感觉疼痛（图1）。这个学说可用来解释针刺缓解来源于躯干及肢体的疼痛，却很难解释针刺能缓解头部因手术或损伤而引起的疼痛。头部与脊髓胶状质关系很少，因此必须另作解释。

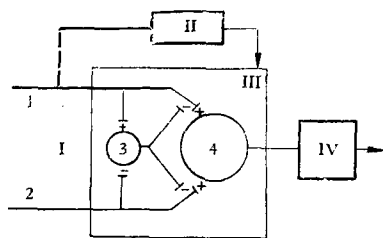


图1 闸门控制学说图解

- I——输入，1为大纤维，2为小纤维；
- II——中枢控制系统；
- III——闸门控制系统，3为胶状质细胞，4为T细胞；
- IV——活动系统。

外周传入的大纤维和小纤维，通向脊髓后角的胶状质细胞，和第一级中枢神经细胞（T细胞）。胶状质细胞对传入神经末梢有抑制作用。大纤维的活动加强胶状质的作用，小纤维则抑制之。大纤维有一分支触发了中枢控制系统，后者转而影响闸门控制系统。T细胞则向活动系统发放冲动。图中“+”表示兴奋，“-”表示抑制。

美国还有人提出两门控制学说。认为人体内有二个抑制疼痛的闸门，其中一个为脊髓，一个是丘脑。他们认为这就可以解释对体表任何点进行针刺时，可使身体的某一部位无痛。

法国 Amassian 用“重叠”（Recouvrements）来解释针刺的镇痛原理。在大脑的中央后回排列着手、臂、小腿、面、肩等投射区，在各个投射区之间存在着“重叠”。例如，足投射区与面投射区的一部分重叠。一个来自小腿的痛觉可在二个投射区重叠的面部的相应部位找到其反应点。此外，在大脑的这些投射区中，常有较粗大的神经组织掺入其中，例如，内脏神经丛。在肠绞痛时，痛觉来自大肠（内脏神经），投射至手的相应投射

区,于是可以更容易地理解,作用于手腕皮肤上的一点,就可作用于大肠。针刺的镇痛原理是在神经系统存在着一种“抑制”反射,即当一个疼痛冲动传至中央后回时,这个疼痛被来自别处而到达大脑同一部位的第二个冲动所抑制。举一个例子,一个病人感到左侧髂窝部绞痛,大肠是属于内脏神经的,后者投射到手的投射区。如果针刺手部,那末传导至内脏神经投射区的痛觉就被来自手部的针刺所抵消了。

组织胺学说。苏联有人提出在针刺穴位后,血液中的组织胺发生明显改变。美国包布金认为,针刺部位丘疹的发生与组织胺的产生有关。组织胺是在组织受伤的部位产生的物质。在针刺部位针的操作所致的创伤足以产生这种物质。血管收缩往往与疼痛有关,组织胺则能引起小动脉血管及毛细血管的舒张。由此可见,因针刺而产生的组织胺是镇痛效果良好的主要因素。

日本昭和医大麻醉科为了探讨体液因素在针麻中的作用,进行了狗的交叉灌流实验。针刺一条狗,通过血液交叉灌流,使另一条狗也产生麻醉状态,因此认为体液因素亦参预针麻的镇痛作用。

美国有人报告,在狗的脾动脉分支内注射4.5微克徐缓激肽作为伤害性刺激,用鸣叫、呼吸等作为疼痛指标。电针电流为正弦波、120赫兹、约5伏特、6—10毫安。通电10分钟后,鸣叫消失,呼吸反射降低。停电10分钟后,鸣叫消失,呼吸反射仍降低。停电50分钟后,鸣叫出现。60分钟后恢复到对照水平。电针的后效应较长,说明可能有体液因素的参预。

日本兵头正义氏认为针刺止痛原理包括下述四个方面:1.损伤电流:针刺时,针刺周围产生阴性损伤电流。此损伤电流使其周围的兴奋性降低,从而阻碍兴奋性的传导。2.降低交感神经的兴奋性:一般高电压和大电流对于任何感觉神经都会起到麻醉作用。但一般针上所加的电,远远达不到这种程度。交感神经的兴奋性比一般感觉神经要高10—20倍,因此针上所加电流主要是降低了交感神经的兴奋性。3.神经兴奋性法则:一定强度的刺激可以抑制神经系统的兴奋性,针刺的作用即在于抑制神经系统的兴奋状态。4.闸门控制学说。

美国 Choh-lu Li 报告针刺止痛的三种可能性:

- 1.由于针刺产生的冲动的到达,建立起一个抑制圈,抑制随后传来的切口处手术刀引起的冲动。这种抑制圈可以在中枢神经系统发生突触传递的任何水平见到,如脊髓、中脑网状结构、丘脑及皮层。
- 2.由于手术切开皮肤前针持续刺激10—20分钟,皮层直流电位的水平发生改变,皮层的感受也进入到一个类似皮质扩散性抑制的状态。
- 3.由于针刺不断刺激的结果,中枢神经系统感受神经原呈持续的兴奋,除非产生不应期及兴奋后抑制的时期。换言之,假如一个细胞忙于传递“得

气”的信息,那么该细胞将不能再接受痛觉等其它感觉。在所有的例子中痛阈是提高了,随着痛阈的提高,对痛的主观感觉则降低或消失。

意大利 Lanza 氏的针麻理论:1.维持交感神经和副交感神经之间的平衡,从而增强机体的抵抗力,也就是说提高痛阈。2.通过网状结构和丘脑的复合反射的原理发挥作用。3.外周神经、丘脑、皮层以及交感神经在各种水平上因阻断致痛性刺激而出现镇痛效果。

三、针刺镇痛作用的研究

美国报告用直径1—3微米的钨丝微电极记录丘脑神经细胞的诱发电位。证明电针可减弱由伤害性刺激引起的单个神经细胞电反应。他们认为针刺可能是将一种有害刺激的神经原密码改变为一种与无害刺激密码类似的密码。

日本有人研究电针穴位时的痛觉麻痹规律。用有钩镊子的压力标准判断痛觉麻痹的程度。研究结果认为电针麻醉有以下几点:1.空间特性:同一人、同一条件,针麻通电时,若改换经穴,则痛觉麻痹的范围随经穴不同而异。例如,头部前侧的经穴“凶会”,对身体前侧针麻有效。刺激条件为1赫兹的棘状波,刺激时间为 7.5×10^{-3} 秒,电压70伏。两个以上的经穴配合起来的效果有一定规律性,但配穴越多,效力有越小的趋势。2.时间特性:痛觉麻痹的范围随时间增加而扩大。如电针“中渚”穴时,10分钟时过手,20分钟时过肘,30分钟时过肩,40分钟时整个胸腹部。3.阴极和阳极的位置与痛觉麻痹的范围有关。

四、针刺调整作用的研究

针麻对周缘血管血液动力学的效应。美国有人用电阻体积描记术和双示踪组织清除法两种技术来测量肢体血流量,发现针麻时一个肢体总血流量减少25—35%。这是与针刺改变周缘、中枢的自主运动机能和周缘感觉机能有关的。这可能是针麻时,外科出血减少的原因。

针刺对吞噬活性和血液纤维蛋白溶解活性的作用。罗马尼亚报道,针刺督脉“大椎”穴引起机体植物性间脑中枢的反应,显示吞噬活性增长和血液纤维蛋白溶解活性的调整能力增加。20名受试者的吞噬活性平均值,在针刺前是98.6%,针刺后是154.2%,针刺后平均值增加55.6%。24名受试者,在针刺后,纤维蛋白溶解活性增长的平均百分比是79.7%。

针刺降压原理的研究。罗马尼亚人认为,小肠经的“天容”穴是通过神经作用原理改变血管反应性的特别重要的穴位。该穴位的位置提示它对颈动脉窦压力感受器的机能可能有影响。针刺这个穴位,在10分钟以内就可降低血压,这就排除了内分泌作用的可能性,因为内分泌的作用需要一段较长的时间才能产生。“内关”可以降低交感神经活动性,通过减低血管收缩作用而改变外周阻力,并改变心脏的活动。“神门”似乎对

心脏的活动有影响,可降低其输出量。

针刺对胃机能活动的影响。美国人用 Ag-AgCl 电极放在麻醉狗暴露的胃面上,记录胃电图。用脉冲方波 22 次/秒刺激左侧尺神经,胃电活动振幅明显减小;相反刺激右侧尺神经、或左、右侧腓神经,产生弱效应或无效应。刺激腓神经(胃经的一部分)使胃酸增加。这是一种单侧的、节段性交感反应。

针麻原理研究中新技术的应用

长波全息照相术(Longwave holography): 美国报道,较短的可干涉波不能透入足够的深度,因此应用两种类型的长波信息载体,机械的是超声辐射,电磁的是红外线辐射。这些波透入时,其传播特性对穴位特征的结构变化很敏感。

超声全息照相术: 苏联有人报告,穴位下组织较周围组织密度低。这表明穴位的存在可用局部超声吸收系数的变化来表示。该处声速与周围组织不同,所以一个超声波通过穴位部分将发生绕射。组织吸收特性的任何变化表明为超声波前振幅的变化。传播速度的变化则产生位相的移动。显示是基于薄层液态晶体层的直接声敏感性。采用超声-光学转换器可得到光学全息照相机。

红外线全息照相术: 苏联基辅生理研究所证明,穴位组织有较高的氧含量,而组织的供氧量的变化可用红外线吸收系数来表示,即可用红外线全息照相术来显示穴位的三维象。红外线—可见光转换器是用液晶区域检测器(Liquid crystal area detector),有两种不同的温度显示范围,一种为 26—31℃,另一种为 34—37℃。

辐射场照相术(Radiation field photography): 又称为 Kirlian. 电或电火花照相术。这种照相术的原理还不清楚。以频率为 1—10⁶ 赫兹(美国的标准装置频率为 1,500—3,000 赫兹),电压为 1,500—80,000 伏特,电流小于 1/10 微安的电流通过被摄对象,则可在黑白或彩色胶片上显示电晕放电(Corona discharge)或是生物浆体(bioplasm body)发光的图象。在人体皮肤表面的一定点发射的闪光比其周围皮肤为强,这些特殊的点在皮肤上约有 700 个,与我国古代治疗疾

病的针灸穴位图相似。这些点有较高的电导性,也就是说与低电阻点是一致的。有人报道,穴位处生物浆体的变化与太阳的黑子活动、磁场作用有关。

用激光代替针刺: 苏联在针刺方法方面用激光来代替针,这种“光刺”方法完全没有疼痛,绝对无菌。激光是通过适应性良好的光导装置对准患者身上的穴位,细小的光点射到患者皮肤上持续几秒钟。

电压固定方法(Voltage clamp method): 美国通过银和氯化银电极供给一个阶梯电压,测量通过穴位皮肤的电流值。无关电极呈杯状。测试电极是屏蔽起来的棒状电极,直径为 1.3 毫米,用以探测穴位。在探测穴位时,对穴位给予 110 克的压力,所给的阶梯电压是 0.5 伏特的方波电压。当皮肤上的压力为零时,开始暂时的电流反应和随后稳定的电流反应,穴位与非穴位点没有差别。当压力是 110 克时,两种电流反应,穴位点比非穴位点要大得多。这可能说明穴位皮肤下有特异结构的存在。

计算机的应用: 美国有人用电子模型根据全息照相的原理来研究针刺镇痛的作用。信息传递需要能量,传递一毕特(one bit)信息需要 10⁻²¹ 瓦/秒的能量。因此,信息的传递意味着能量流。而能量常是以一种波的形式传播。研究信息,则需将波的振幅和位相同时记录下来。而生物体是能感知三维空间的。因此依据全息照相原理设计一个感觉信息传递模式来研究针刺镇痛作用原理。在信噪比不适合时,机体感到疼痛。在模型中以两种方式消除疼痛,一种是切断信息通道,此种方式不需处理信息;另一种则是供给处理信息模式所需的条件,当疼痛信息波与针刺信息波相遇时,在波的位相和振幅上发生干涉,疼痛信息的性质发生改变,痛觉变换成别的感觉。匈牙利利用计算机模拟针灸的生物全息照相模型,贮存为解除疼痛应在什么穴位扎针的信息。

日本报告“针灸领域的自动诊断”中介绍了设计电子计算机应用于选择针灸穴位的情况。该机由 4 个系统,170 个信息组成。使用时将患者相应的情况输入到计算机,经过综合作用便以数字表示出来,另以指示灯显示出相应经络上的穴位。