

# 经皮穴位电刺激技术 在生殖医学中的应用

## Transcutaneous Electrical Acupoint Stimulation (TEAS) in Reproductive Medicine

◆主 编 韩济生 孙 伟  
◆副主编 曲 凡 李 蓉 龚 斐



# 经皮穴位电刺激技术 在生殖医学中的应用

主 编 韩济生 孙 伟  
副主编 曲 凡 李 蓉 龚 斐



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

经皮穴位电刺激技术在生殖医学中的应用 / 韩济生, 孙伟主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2018. 4  
ISBN 978-7-308-17493-0

I. ①经… II. ①韩… ②孙… III. ①电针疗法—应用—生殖医学 IV. ①R245.9 ②R339.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 246932 号

## 经皮穴位电刺激技术在生殖医学中的应用

韩济生 孙 伟 主 编

---

责任编辑 伍秀芳 (wxfw1@zju.edu.cn)  
责任校对 陈静毅 郝 娇  
封面设计 周 灵  
出版发行 浙江大学出版社  
(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)  
(网址: <http://www.zjupress.com>)  
排 版 浙江时代出版服务有限公司  
印 刷 浙江印刷集团有限公司  
开 本 710mm×1000mm 1/16  
印 张 9  
字 数 152 千  
版 次 2018 年 4 月第 1 版 2018 年 4 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 978-7-308-17493-0  
定 价 68.00 元

---

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行中心联系方式: (0571) 88925591; <http://zjdxcb.tmall.com>

## 编 委 会

主 编 韩济生 孙 伟

副主编 曲 凡 李 蓉 龚 斐

编 委 张 嵘 冯晓军

范立青 冯雪花 韩 晶 韩松平 何依菁

姜 辉 姜丽杰 焦 娇 李楠楠 梁晓燕

林 戈 刘嘉茵 卢光琇 孟 艳 聂洪川

卜一凡 沙树斌 田 莉 王 波 王树玉

邬佳琪 邢国刚 杨 菁 赵兴国 赵鲁刚

周丽颖 朱 娜

## 前 言

针灸是中国古代流传下来的医学瑰宝,在 20 世纪 80 年代特别受到重视。当时,在人们有伤病发生疼痛时,用针刺进行治疗有止痛作用,这是人尽皆知的事实。那么,对即将进行外科手术的患者给予针刺,是否有预防疼痛的作用?这值得一试。人们首先在一些小手术(如扁桃体切除、甲状腺瘤摘除等)中获得成功,然后试用于更大手术(如肺叶切除术)也获得成功,由此一发不可收拾。这被称为“针刺麻醉”,其实质在于针刺可以减轻手术操作引起的疼痛。因此,我们应该称之为“针刺镇痛”(acupuncture analgesia, AA),或者至少是“针刺辅助麻醉”(acupuncture-assisted anesthesia, AAA)。这一医学实践震惊了世界,为此美国国立卫生研究院(National Institutes of Health, NIH)在 1997 年召开了一次大型听证会,论证针刺镇痛是否有效,是否有科学根据。我有幸在该会上作了第一个学术报告,题目是“针刺镇痛的神经化学原理”,证明针刺或电针具有提高人体或实验动物痛阈的作用,其原理与针刺引起中枢神经系统释放多种具有镇痛作用的神经化学物质(如 5-羟色胺、脑啡肽等)有关。释放量的多少,既与电刺激参数有关,也与个体差异有关。人们举一反三,开始把该项技术应用到其他领域,例如用电针治疗海洛因成瘾、帕金森氏病、不孕症、孤独症等。治疗每种疾病所需针刺的穴位不同,电刺激参数不同,所动员的神经化学物质也各不相同。

从现代医学来看,要求应用于患者的每种针刺疗法:①部位准确;②操作标准;③参数精确;④疗效可期。中国古代流传下来的针灸疗法,既是一种医疗技术,也是一门艺术;各家针刺操作手法差异极大,有的如农夫插秧,插入即可;有的如高级艺术家琢玉,精雕细刻。作为神经科学工作者,必须从中抽丝剥茧,取其精华,才能做到眼明心亮,运用自如。比如,明确了神经在针刺疗效中起着关键作用,就可以用电刺激代替手行针来刺激神经,甚至在穴位表面施

加刺激来代替针刺的操作。由于自动化技术的发展,应用新一代针麻仪器时,只要在手术结束时调好参数,在患者回到病房后,不必由护士进行操作即可每隔若干小时自动启动一次,保证术后良好的止痛作用。由于仪器小型化,不必有连接线,所以使用起来非常方便。这些科研进展都在逐步变为现实。所谓转化医学,就是把临床遇见的问题交给基础研究,把基础研究成果及早应用于临床,最终受益的是患者。

本书重点介绍经皮穴位电刺激技术(transcutaneous electrical acupoint stimulation, TEAS)应用于治疗生殖系统疾病的经验,这是在国家卫生和计划生育委员会重大基金(项目号:201302013)支持下,由全国9个生殖中心所获得的研究成果。我们对结果全面负责,但科研的进展是无止境的,我们无权说我们的结果是最权威的。由于观察条件不同,实验操作细节各异,我们的结果与其他实验室的结果可以有所不同;如果发现差异,只能交由今后更多研究来检验。

希望本书的出版能吸引更多的同道来应用这一技术,并加以改进。它的优点是不用或少用药物,通过激发体内固有力量来矫正病情。用“扶正固本”四个字可以概括本书的全貌。我们希望通过和大家一起努力,把中国古老针灸医学的精华加以发扬,贡献给全人类。

韩济生

2018年2月

## 编者简介

**主编** 韩济生，中国科学院院士，北京大学神经科学研究所教授、博士生导师，北京大学神经科学研究所名誉所长，中华医学会疼痛学分会与中国医师学会疼痛专业委员会名誉主任。自1965年开始，从中枢神经化学角度系统研究针刺镇痛原理，研制出“韩氏穴位神经刺激仪(HANS)”，对镇痛，以及治疗海洛因成瘾、不孕症、孤独症等有良好的效果。连续13年获美国国立卫生研究院(NIH)RO1科研基金，其间任哈佛大学精神病学科兼职教授。担任科技部“973”项目首席科学家，国家卫生和计划生育委员会行业专项首席科学家。在国内外期刊发表论文500余篇，主编中文专著9部。获国家自然科学基金二等奖和三等奖各1次，国家科技进步奖三等奖1次，部委级奖项10余次。获何梁何利科技进步奖、北京大学首届蔡元培奖及中国医学最高奖——吴阶平医学奖。获国际疼痛研究学会(IASP)荣誉会员与中国神经科学学会终身荣誉会员称号。获美国针刺研究学会首届针刺研究终身成就奖，第二届张安德中医药国际贡献奖，以及中国抗癌协会临床肿瘤学协作专业委员会(CSCO)2014年度中国癌痛医学终身成就奖。1979年以来，应邀到27个国家和地区的100余所大学和研究机构演讲209次。曾任世界卫生组织(WHO)科学顾问及美国国立卫生研究院(NIH)顾问。1987年被选为瑞典隆德皇家学院国际院士。创建北京神经科学学会、中国疼痛学会、国际神经肽学会中国分会。现兼任北京神经科学学会名誉理事长，中华医学会疼痛学分会与中国医师学会疼痛专业委员会的名誉主任，《生理科学进展》杂志名誉主编，《中国疼痛医学杂志》主编。现任国际标准



化机构(ISO)第249技术委员会(TC249)第4工作组(包括电针仪在内的中医医疗设备)项目领导人(project leader),负责制定电针仪最新国际标准。

**主编** 孙伟,山东中医药大学第二附属医院主任医师、二级教授、博士生导师,生殖中心名誉主任,国家中医药管理局重点男科学科带头人。第十、十一、十二届全国人大代表,享受国务院政府特殊津贴。2011年获山东省健康卫士称号,2013年获首届泉城十大名医荣誉称号。兼任中华医学会生殖专业委会临床及精子库学组委员、中国性学会常务理事、《中国性科学杂志》副主编、山东省中西医结合学会生殖医学专业委员会主任委员、中国民族医药学会国际交流与合作分会常务理事、山东省男科专业委员会副主任委员等多项社会职务。多年来致力于中西医结合治疗不孕不育的研究,先后主持卫生部公益性行业科研基金1项,国家及山东省自然科学基金科研课题10余项,在国内外核心期刊发表论文70余篇。



擅长中西医结合治疗盆腔炎、输卵管不通、免疫性不孕、多囊卵巢、闭经等各种原因所致男女不孕不育疾病,及生殖内分泌调整、夫精人工授精、体外受精胚胎移植(试管婴儿)技术;同时师从周次清等中医大家,可中医辨证治疗心血管及胃肠道等内科杂症。

**副主编** 曲凡,医学博士,妇产科学博士后,浙江大学副研究员(临床转化)、博士生导师,浙江大学医学院附属妇产科医院中医科主任。为浙江省杰出青年基金获得者、浙江省卫生高层次人才、浙江省151人才、江浙沪中西医结合优秀青年人才。主持国家自然科学基金等14项课题;发表SCI论文70篇;获得国家科技进步奖二等奖、浙江省科技进步奖二等奖、全国妇幼健康科技奖一等奖等8项奖励;获得国家发明专利授权17项。兼任英国伦敦大学学院(UCL)名誉高级研究员、副博士生导师,





欧盟 GPTCM RA 学会 PTIG 分会共同主席,英国替代医学研究会会员,中国妇幼保健协会中医和中西医结合分会副主任委员,浙江省医学会妇产科分会妇科内分泌学组副组长,浙江省针灸学会针灸现代研究专业委员会副主任委员,以及 *PLOS ONE* 等 3 种 SCI 收录期刊编委等。



**副主编** 李蓉,医学博士,主任医师、教授。现任北京大学第三医院生殖医学中心兼妇产科副主任、中国医师协会生殖医学专业委员会副主任委员兼总干事、中国医疗保健国际交流促进会生殖医学分会常委兼秘书、中华医学会生殖医学分会青年委员。1998 年起在北京大学第三医院妇产科工作,2003 年进入生殖中心开始专攻生殖内分泌疾病、不孕症和辅助生殖技术的临床工作,特别是多囊卵巢综合征等,可以熟练地进行不孕症常规手术操作、腹腔镜及宫腔镜操作。主持国家“十二

五”科技支撑计划开展女性生育力流行病学调查;致力于多囊卵巢综合征、子宫内膜容受性等多项国家自然科学基金及省部级科研课题研究,参与发表 SCI 文章 60 余篇。于 2009 年和 2011 年两次获国家科技进步奖二等奖,2008 年和 2014 年两次获教育部高校科技进步奖一等奖,2011 年和 2014 年两次获北京市科技进步奖,2016 年获华夏科技进步奖一等奖。

**副主编** 龚斐,医学博士,中信湘雅生殖与遗传专科医院生殖中心主任、副主任医师、研究生导师,湖南省医学会生殖医学专业委员会常委。从事人类辅助生殖技术的研究、不孕不育诊疗及遗传咨询多年,在研究排卵障碍、卵巢功能减退、子宫内膜异位症及多囊卵巢综合征治疗策略等方面积累了丰富的经验。在全方位不孕症的诊断、各项辅助生殖技术的应用、试管婴儿(IVF)术前预处理、IVF 临床用药方案优化及疑难病例、宫腔粘连、反复流产及反复种植失败病例的个体化诊疗等方面

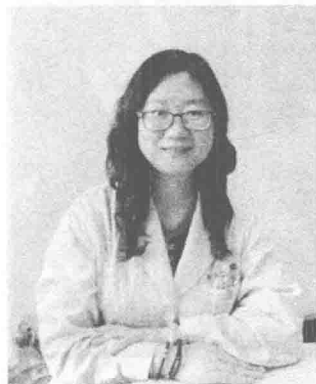




经验丰富。作为主要完成人先后参与了国家自然科学基金重点项目以及“863”和“973”等多项国家级课题的研究,发表论文 60 余篇。领导中信湘雅生殖与遗传专科医学生殖中心率先在 2014 年 3 月通过 ISO 9001:2008 质量管理体系认证,是中国大陆地区首家通过 ISO 认证的辅助生殖机构,树立了行业标杆。

## 主编助理

张嵘,博士,北京大学神经科学研究所副教授、硕士生导师,北京市科学技术协会第九届委员会委员,北京神经科学学会秘书长,北京神经科学学会孤独症专业委员会副主任委员,北京大学医学部孤独症研究中心副主任。研究方向为:①针刺转化医学研究。验证经皮穴位电刺激技术在疼痛、生殖医学、精神卫生疾病中的疗效与安全性。经皮穴位电刺激作为针刺演化技术代表,以其参数标准化、使用方便的特点在临床上广泛使用,采用多中心、随机、安慰剂对照、双盲试验验证其在术后痛、不孕不育症、孤独症等疾病中的疗效与安全性,为临床上筛选适应证、选择参数等治疗方法学上提供依据。②孤独症的发病与治疗机制研究。从孤独症发病的生物环境与社会环境角度,探索易感因素以及母子之间的潜在联系;应用经皮穴位刺激治疗孤独症并用孤独症大鼠模型探索初步机制;对孤独症社会交往行为分型提出新的鉴别方法,开发测评量表以及磁共振数据分析方法,对未来孤独症生物诊断、分类行为矫正以及预测经皮穴位电刺激疗效提供依据。



## 主编助理

冯晓军,山东中医药大学第二附属医院生殖医学中心主治医师。参与卫生部公益性科研行业基金 1 项,国家自然科学基金课题 2 项,山东省自然科学基金课题 2 项。参编专著 3 部。

# 目 录

<b>第 1 章 针刺技术的演变及神经调控原理</b>	
.....	韩济生、韩松平(1)
1.1 针刺的镇痛作用.....	(2)
1.2 针刺的镇痛机制.....	(8)
1.3 针刺疗法临床应用案例.....	(19)
<b>第 2 章 经皮穴位电刺激技术应用于生殖医学时的使用要点</b>	(25)
2.1 针刺及其相关技术应用于生殖医学中的研究进展	
.....	张 嵘、梁晓燕(25)
2.2 中医选穴等问题的理论基础	孙 伟、曲 凡(33)
2.3 治疗方案	李 蓉、张 嵘(43)
<b>第 3 章 经皮穴位电刺激技术在生殖医学中的使用方法和疗效</b>	
<b>评估</b>	(51)
3.1 经皮穴位电刺激技术在促排卵中的应用	
.....	李 蓉、李楠楠、王树玉、周丽颖(51)
3.2 经皮穴位电刺激技术在取卵镇痛中的应用	
.....	田 莉、张 嵘、韩济生(60)
3.3 经皮穴位电刺激技术在胚胎移植中的应用	
.....	孙 伟、李 蓉、龚 斐、冯晓军(69)
3.4 经皮穴位电刺激技术在治疗卵巢储备功能减退中的应用	
.....	杨 菁、孙 伟、田 莉(86)
3.5 经皮穴位电刺激技术在治疗男性少、弱精症中的应用	
.....	孙 伟、林 戈、姜 辉、邢国刚(91)
3.6 经皮穴位电刺激技术在改善子宫内膜容受性与宫内环境	
中的应用	龚 斐、杨 菁、朱 娜(107)
3.7 经皮穴位电刺激技术在治疗多囊卵巢综合征中的应用	
.....	曲 凡、李 蓉、孟 艳、刘嘉茵(122)

## 第 1 章 针刺技术的演变及神经调控原理

笔者从事针刺和相关技术的研究,是从 1965 年 9 月北京医学院领导接受卫生部下达关于研究针刺麻醉原理的科研任务开始的,至今已过 50 年。回顾这 50 多年来的科研道路,可以分为几个阶段:①首先是国内有一部分医生从 1958 年以来将针刺技术应用于外科手术,可以不用麻醉药或减少麻醉药用量而完成外科手术的 innov 性临床实践,引起医学界的兴趣;②全国许多基础研究工作者,包括笔者所在实验室,参与进行一系列实验研究;③我们从自己的研究结果中提出新的假说,认为针刺的信息传达到中枢神经系统,产生出具有降低疼痛程度的化学物质,发挥镇痛作用,并认为电针与手针有同样的效果;④我们研制出电针仪和经皮穴位电刺激仪器(前者经过插入皮肤的针灸针施加电刺激,后者将电极置于穴位皮肤表面施加电刺激),返回到临床实践中,证明其可以提高临床镇痛效果;⑤我们进一步扩大其应用范围,从镇痛作用,扩大到治疗药物成瘾、抑郁症、孤独症等神经及精神疾病,进而发展到治疗与内分泌有关的不孕症等领域;⑥我们从理论上提出,分布于穴位下的神经纤维是刺激“穴位”发挥治疗作用不可或缺的必要条件,针刺或电针刺刺激主要是通过外周神经系统和中枢神经系统,发挥“神经调控”(neuromodulation)作用,这是针刺治疗疾病的核心机制。这一理论联系实际的研究过程,完全符合当今热议的“转化医学”概念;精心选择刺激的部位和电刺激的参数才能充分发挥疗效,也完全符合“精准医学”的要求。中国古老的针灸疗法与现代神经科学两者互相促进,共同提高,扩展了针刺和相关疗法的临床应用,从而更好地为患者服务。

经过半个世纪的实践和发展,这项研究成果已得到国际科学界的认可,这可从以下事例得到反映。1982 年,韩济生应邀在《国际药理学和毒理学年鉴》(*Annual Review of Pharmacology and Toxicology*)上发表题为“针刺镇痛神经化学基础”的文章<sup>[1]</sup>,阶段性地总结了针刺镇痛作用的神经化学机制。1997

年,在美国国立卫生研究院(NIH)主持召开的针刺疗法听证会上,韩济生应邀第一个在全体大会上作有关针刺镇痛原理研究的报告<sup>[2,3]</sup>,大大促进了针灸疗法在全球医学界的推广和应用,并引起生物医学界对中国医学的密切关注。2011年,韩济生获吴阶平医学奖。同年,在加拿大蒙特利尔召开的第13届世界疼痛大会上,韩济生应邀作题为“针刺镇痛的共识和歧义”的大会报告<sup>[4]</sup>。2013年,在意大利米兰召开的第14届世界疼痛大会上,韩济生接受国际疼痛研究学会颁发的“荣誉会员”证书。2014年,美国针刺研究学会(Society for American Acupuncture Research, SAAR)在成立10周年之际,首次到北京举办年会,并为韩济生颁发该学会首个“终身成就奖”。2015年,韩济生担任召集人的中国代表小组取得国际标准组织(ISO)电针仪质量标准制定者地位。这一系列事件说明了北京大学医学部神经科学研究所国际针刺原理研究方面所占的主导地位。

但医学理论向实践的转化,以及基础医学和临床医学的交融,是永无止境的。涉及几百人参与的这项科研活动,无论从科学上、技术上以及哲学上,都值得加以总结。总结的目的至少有3个方面:①总结已经得到确认的主要研究成果,以便将其正确地应用于临床实际;②梳理并掌握主要的科研思路,以便进一步开展有关研究,更好地为患者服务;③发现可能的错误认识,及时加以纠正,使该技术不断趋于完善。

## 1.1 针刺的镇痛作用

### 1.1.1 人体观察

#### 1) 针刺引起正常人痛阈变化

针刺麻醉手术是在手术台上进行的,无法在实验室加以精确复制。为此,我们为66名正常受试者测定其皮肤痛阈,观察针刺是否能使其痛阈升高。用逐渐增强的直流电阳极电流测定皮肤痛阈:将面积为 $5\text{cm}^2$ 的无关电极贴在一侧小腿肚上作为无关电极(负极),将直径5mm的蘸有氯化钠饱和溶液的电极(阳极)放置于测痛点上,令阳极直流电以 $0.1\text{mA/s}$ 的速率线性上升;到受试者开始感到明确疼痛时记录电流值,定其为基础痛阈,一般在1mA左右。测痛点选在前额部(穴位刺激同侧)、胸部(左、右)、腹部(左、右)、下肢(左、右)及背部(同侧),共8个点。针刺穴位选在一侧合谷穴,请有经验的针灸医师在

该穴位用平补平泻法运针(提、插、捻、转),持续 50min,每 10min 测痛一次。研究发现,随着针刺时间延长,皮肤痛阈逐渐升高,在针刺 30~50min 时达到最高点,较基础痛阈水平提高 80%左右;如此时将针拔出,则痛阈逐渐降低,30min 后尚未完全恢复。从时间规律上看,针刺期间痛阈缓慢升高,40~50min 达到平台期;拔针后缓慢恢复,1h 左右接近原水平。鉴于拔针后的痛阈下降曲线符合指数曲线,可以计算出其半衰期约为 16min(图 1.1)<sup>[5]</sup>。

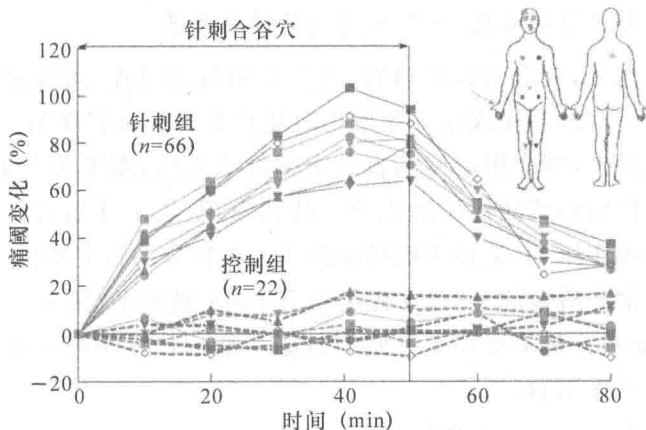


图 1.1 针刺合谷穴时全身 8 个测痛点的痛阈变化

这个实验确认了针刺具有明显的提高痛阈的作用。可以假设,此时若给予伤害性刺激,疼痛的感受将会明显减轻。该曲线也显示,针刺 1 个穴位时,痛阈值只升高了 1 倍左右,表明此时痛觉只是减轻,而不是完全消失。

还有一个现象引起了我们的高度重视,即从空间规律来看,分布于全身不同部位的 8 个测痛点的痛阈同步升高,拔针后则同步降低,说明针刺的镇痛作用是全身性的,而非仅限于合谷穴所在的大肠经(始于手部,止于胸部)分布区域。我们曾经选用膝关节附近的足三里穴,或其他经络的穴位,得出的镇痛曲线轮廓与刺激合谷穴的结果非常类似。换言之,针刺手部的合谷穴也好,或者针刺膝盖外下方的足三里穴也好,都可以引起全身性的镇痛作用。我们认为,就针刺的镇痛作用而言,其疗效可能是比较广泛的。

## 2) 针刺麻醉的临床表现

大量针刺麻醉临床实践表明:①需要在手术前 0.5h 开始针刺和行针,才能使切开皮肤时痛觉减轻,这一时期称之为“诱导”期,而图 1.1 中的这条曲线恰好显示需要 0.5h 诱导,才能充分发挥镇痛效果;②对于大多数人来说,针麻

手术下切开皮肤并非完全无痛,只是痛觉减轻至可以忍受而已;③图1.1中显示的是皮肤痛阈的变化,对于手术中牵拉内脏引起的内脏痛,本实验并未观察;④本实验只能反映刺激一个穴位所产生的效果,而我们曾经做过同时刺激多个穴位的实验,镇痛效果有进一步提高,但不能成倍提高。因此,有一种见解认为,没有必要像当年临床上所用的,在4个肢体上各用10个穴位(全身40个穴位)轮流刺激,而只需针刺少数几个穴位,就可以达到显著的镇痛效果。

### 3) 穴位深部注射局麻药,可阻断针刺的镇痛效果

在穴位上扎针,可以引起明确的、具有精确时间过程、可以重复的痛觉阈值的改变。人们自然要探究这种作用是通过什么机理来实现的。是通过神经起作用吗?如果是,那么用局麻药普鲁卡因注入穴位,阻断神经的传导作用,应该可以防止针刺的镇痛作用的出现。我们发现,皮下注射普鲁卡因并不能阻断针刺的镇痛作用,但是如果把局麻药注入与针灸的针尖端同样的深度,达到肌肉肌腱的水平后再捻针,镇痛效果就会100%被阻断(图1.2)。这是一个明确的证据,证明针刺主要是通过肌肉肌腱深部的传入神经向中枢神经系统传递信息而发挥作用的。

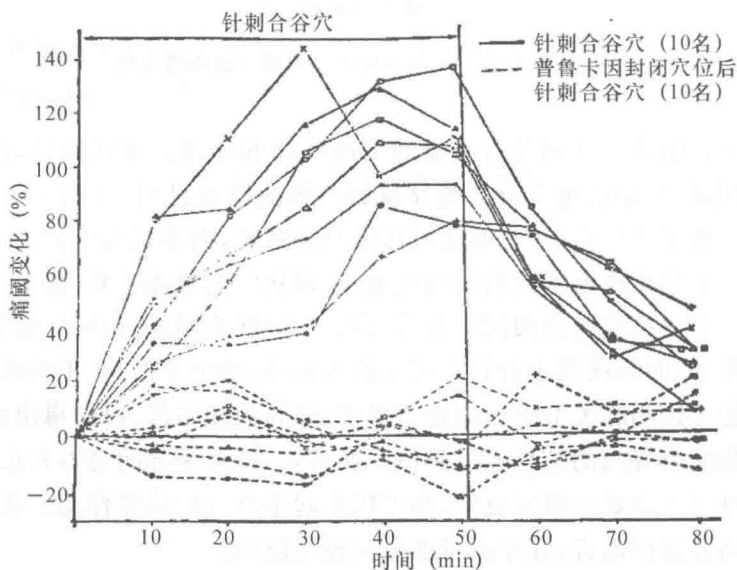


图1.2 穴位深部注射局麻药普鲁卡因可以完全阻断针刺镇痛效果,说明传入神经是实现针刺镇痛的重要环节<sup>[5]</sup>

4) 在偏瘫和截瘫患者的患侧针刺, 其镇痛作用消失

我们又在具有神经系统病变的患者身上做试验。截瘫患者下肢膝盖部分完全丧失感觉, 针刺其足三里穴也就没有全身镇痛效果。针刺偏瘫患者病侧的穴位, 也完全无效。这些结果表明, 针刺信息要通过神经系统传入到达中枢, 才能发挥作用<sup>[5]</sup>。

5) 电针和手针作用基本一致

如果针刺是通过刺激传入神经, 把信息传导到中枢神经系统, 那么就不一定用针灸来施加机械刺激, 而可以将脉冲电流发生器连接到针灸针上来进行刺激, 应该能达到同样效果。为此我们将手捻针改为“电针”, 即将针插入合谷穴后保持静止状态, 不加捻转, 而是将针柄与 1 个电针仪相连, 施加频率为每秒 10 次(10Hz)的方波脉冲。如此刺激所得到的镇痛曲线, 与手针合谷穴得到的完全重合。

6) 针刺合谷穴旁的“非穴位”同样有效

如果针刺是通过穴位下面的神经起作用, 那么就不一定严格地按照经络图谱上所描述的部位来选穴。已知合谷穴位于第一和第二掌骨之间, 是大肠经的一个主要穴位。本实验中, 我们在第二和第三掌骨之间扎针, 该处并无经络通过, 但同样有神经支配, 捻针时同样产生酸、麻、胀、重的“得气”感觉, 由此而产生的镇痛曲线几乎与针刺合谷穴的完全重合(图 1.3)<sup>[5]</sup>。

从以上一系列人体实验的结果可以看出, 有神经存在的条件下, 电刺激可以代替机械刺激发挥相似的镇痛效果; 去除了神经的作用, 针刺和电针就不能产生镇痛效果。虽然目前在针灸研究领域尚未就“经络”和“穴位”的实质达成共识, 但是可以肯定的是, “神经系统”很可能在“经络”和“穴位”中发挥不可或缺的重要作用。

神经通过电冲动的形式传递信息, 但是在两个神经元之间又借助化学物质传递信息。因此, 根据以上结果推断, 电生理方法和神经化学方法应该是研究针刺镇痛原理的两种重要的实验方法。从 20 世纪 60 年代开始, 国内开始大规模的针刺原理研究, 从事针刺原理研究持续时间较长的实验室不下数十家, 其中上海生理研究所张相桐教授领导的研究组主要从事电生理学研究, 北京大学神经科学研究所韩济生领导的研究组主要从事神经化学研究。两种途径所得结果互相印证, 共同为阐明针刺镇痛原理作出了贡献。



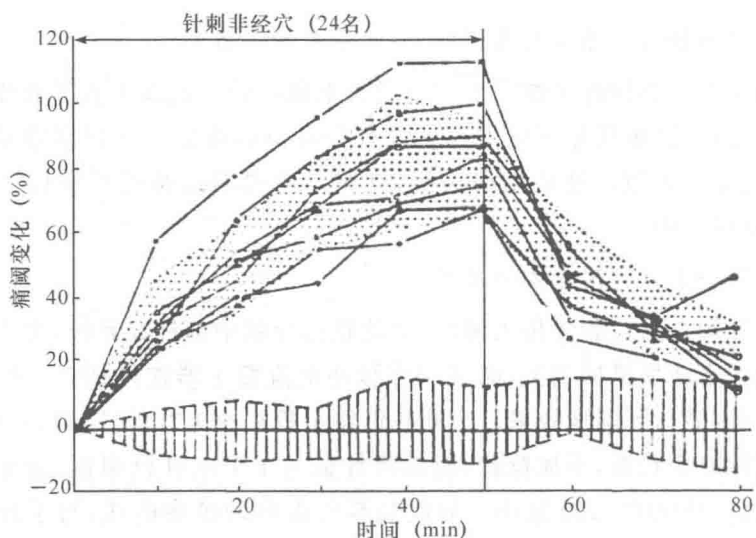


图 1.3 针刺位于第二和第三掌骨之间的“非经非穴”位点,得到与手针合谷穴相似的镇痛效果<sup>[6]</sup>

### 1.1.2 动物实验

从进化和生物学角度来看,人和其他动物的差别很小。针刺镇痛是人类特有的现象,还是动物界共有的现象?如果针刺在动物身上也能发挥镇痛作用,机制研究就可以在实验动物身上进行,这将为针刺原理研究提供极大的方便。我们着手在常用的实验动物身上进行探索。这里牵涉到一系列方法学问题,包括选用什么动物做实验,使用什么方法来测痛,以及如何施加手针或电针刺激等技术问题。

#### 1) 家兔实验

我们首先选用常用实验动物家兔进行实验。用眼罩蒙住家兔的双眼,使之安静。用强光(辐射热)聚焦在家兔的鼻部,约 5s 后,家兔会甩动头部以躲避热辐射产生的伤害性刺激。记录下从开始强光照射到家兔发生甩头反应之间的时程(精确到 0.1s),该值称为“闪避阈值”(相当于“痛阈”)。给家兔静脉注射吗啡(4mg/kg),闪避阈值会逐渐升高,最高达到 150% 以上,保持约 40~50min 后逐渐消失。针刺家兔后肢膝部以下(相当于足三里穴)的部位,轻轻提插捻转 10min;或用 2Hz 和 15Hz 交替(每种频率持续 3s)的电针刺激 10min,刺激强度为 1mA。结果显示:①家兔痛阈(闪避阈值)升高到 150% 或