

应用细胞信号转导理论研究针灸效应机理述评^{*}

★ 杨宗保^{1**} 严洁^{2***} 姚雯² (1 江西中医学院现代中药制剂教育部重点实验室 南昌 330004; 湖南中医药大学 针灸推拿学院 长沙 410007)

摘要:对多年来针灸效应产生的机制加以述评,提出针灸效应的实现最终是通过细胞信号转导所介导的,针灸对机体功能的调节是针灸刺激引起机体某些活性物质的释放,继而激活靶细胞的信号转导通路,最终导致一系列的生物效应。

关键词:细胞信号转导;针灸效应;述评

中图分类号:R 245 **文献标识码:**A

Review on the Acupuncture and Moxibustion effect by the cell signal transduction theory

YANG Zong-bao¹, YAN Jie², YAO Wen²

1. Academic Discipline Advisory Office, Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanchang 330006;

2. College of Acupuncture and Moxibustion and Massage, Hunan University of Traditional Chinese Medicine, Changsha 410007

Abstract: To review the Acupuncture and Moxibustion effect mechanism, present that the Acupuncture and Moxibustion effect are realized by the cell signal transduction. The acupuncture and moxibustion can stimulate the release of the certain active substance, activate the signal transduction gateway of the target cell, and finally result in a serial of biology effect.

Key words: cell signal transduction; acupuncture and moxibustion effect; review

细胞信号转导是指细胞间的信号分子作用于细胞表面受体后,跨膜引起细胞内第二信使和其后的信号分子级联传递、诱导细胞核基因表达并最终引起生理反应的过程^[1]。细胞信号转导理论是目前生命科学的前沿热点课题,是揭示生命活动规律,解决生命现象诸多问题的基本理论。针灸效应是机体的一种生命活动现象,是建立在蛋白质信号分子及其相互作用基础上的信息传导过程,这一过程是基因表达、蛋白质功能表现、蛋白质-蛋白质相互作用的信息反应序列^[2]。大量研究表明针灸对处于生理或病理状态下的机体能产生多种良性调节作用,而目前对于针灸效应产生的机理大多局限于整体和系统水平上的综合分析,缺乏对针灸效应的微观、精

确的阐述^[3-5]。假若细胞信号转导理论对于揭示针灸的效应机理和作用机制具有极其重要的意义^[6]。

1 细胞信号转导

细胞信号转导是研究细胞感受、转导环境刺激的分子途径及其在生物个体发育过程中如何调节基因表达和代谢反应。生物体在纷繁芜杂的自然和社会环境中时时刻刻都在接受各种各样的信号,细胞作为生物体的基本组成单位是信号刺激的最终反应者和效应器。信号从细胞外经细胞膜受体到细胞核的转导通路是复杂多样的,通过多条网络化的信号转导通路将信号传递到细胞核,这些信号通路主要包括:直接通路,信号分子直接移位到细胞核,与细胞因子诱导性基因的启动子区结合,直接调控基因

* 基金项目:高等学校博士学科点专项科研基金(20050541003);国家自然科学基金面上项目(30672724)

** 作者简介:杨宗保(1973-),男,针灸推拿学博士,主要研究方向:经络-脏腑相关。

*** 通讯作者:严洁,教授,主要研究方向:经络-脏腑相关。E-mail: yj5381159@yahoo.com.cn

转录;需要经过较为曲折的途径方能到达细胞核。这中间需经过锚定蛋白,磷脂激酶和磷脂酶、小 GTP 酶及 MAPK 激酶家族。除以上叙述的直线式信号传递途径外,细胞信号网络中的不同信号通路之间存在相互作用,可把外界纷繁复杂的,甚至相互矛盾的信号进行归纳整理,使细胞产生有条不紊的生物学反应^[7]。

由于生物体生理病理效应的多样性,细胞信号转导通路亦呈现蜘蛛网式错综复杂的联系通路,而目前与细胞分化、增殖、代谢、组织损伤修复等效应密切相关的主要转导通路包括:(1)cAMP-蛋白激酶途径(cAMP-PKA)途径:过程是激素与受体结合后,通过 G 蛋白激活腺苷酸环化酶,增加 cAMP 的生成,后者激活蛋白激酶 A,由蛋白激酶 A 催化细胞内蛋白质的磷酸化,最终引起基因表达;(2) IP_3 、 Ca^{2+} -钙调蛋白途径:当激素(如儿茶酚胺、血管紧张素、抗利尿激素等)、神经递质(如乙酰胆碱、5-羟色胺等)与相应的受体结合后,通过 G 蛋白介导,激活磷脂酶 C,生成第二信使 IP_3 , IP_3 进入细胞内后,引起细胞内的 Ca^{2+} 浓度升高,以激活 Ca^{2+} -钙调蛋白依赖性蛋白激酶(CaM 激酶),后者可以磷酸化许多的蛋白质,从而引发产生细胞内一系列生物效应。(3)DG-蛋白激酶 C 途径:当激素等与受体结合,激活磷脂酶 C 后,磷脂酰肌醇-4,5-双磷酸(IP_2)被水解,生成 DG,从而激活蛋白激酶 C,后者磷酸化特定的蛋白,引起相应的生物效应;(4)受体-酪氨酸蛋白激酶途径:胰岛素受体及生长因子受体的一定部位的酪氨酸残基磷酸化后,就构成了结合位点,可以结合细胞内特定的蛋白质,并依赖受体的酪氨酸蛋白激酶活性磷酸化该蛋白质,从而将信息向胞液内传递。(5)Ras/Raf/ERK 通路:是由 Ras 连接的酪氨酸激酶受体和胞浆 PK 所构成的级联反应。Ras 是最早发现的小 G 蛋白,为癌基因 ras 的产物,Ras 本身具有内源性 GTP 酶活性,可催化 GTP 分解为 GDP,从而将胞外信号传递至胞内。Raf 为一种 MAPK 激酶激酶,其作用是磷酸化并激活下游底物 MAPK 激酶(MAPKK)。MAPKK 具有磷酸化酪氨酸/苏氨酸残基的双特异功能,MEK 为其中重要的一员,其作用是磷酸化并激活下游底物(ERK1/ERK2)。ERK 活化后可能有三种去向:保留在胞浆中,激活一系列其他 PK,如鱼精蛋白、磷脂酶 A_2 、微管相关蛋白等;在胞质中使细胞骨架成分磷酸化;进入细胞核,磷酸化转录因子如 Elk-1、核因子白介素-6、c-un、c-fos、Stat,调控基因表达;(6)核因子 κB 途径:类固醇激素的受体位于胞内,细胞外信号物质进

入细胞内,通常与抑制性蛋白结合使其磷酸化激活,释放 KB 与 DNA 结合,影响转录^[8,9]。

2 针灸效应与细胞间信号分子

细胞间通讯是细胞之间通过一定介质作用于靶细胞膜受体,继而引起细胞内信息传导通路的活化,导致细胞效应的产生。介质作为细胞间信号分子是不直接穿过靶细胞膜而进入到细胞内的。目前细胞间信号分子主要包括内分泌激素、神经递质与神经肽、局部化学介导因子如神经生长因子以及气体信号分子等,是经体腔、组织间隙、化学突触前后膜间隙和细胞之间形成的并置膜间隙进行信号传递。针灸生物体的不同腧穴可引起许多具有相对特异性的细胞间信号分子的释放。申国明^[10]观察了电针足三里穴对胃黏膜损伤大鼠血管活性肠肽(VIP)免疫反应性的影响,结果显示针刺后胃壁和迷走神经复合体 VIP 神经免疫反应性明显增强,提示 VIP 可能作为神经-内分泌-免疫调节网络的信号分子参与了针刺对胃黏膜的防御性保护作用。余曙光^[11]探讨了 NO-cGMP 信号传导通路在电针治疗老年痴呆中的可能作用。结果显示电针治疗后大鼠海马 nNOS 阳性神经元数目增多,表达增强,海马 cGMP 含量有一定的升高趋势。说明电针能够提高穹隆-海马伞损伤老年痴呆大鼠学习记忆能力,其机制与对 NO-cGMP 信号传导通路的影响有一定关系。阳仁达^[12]探讨了针刺胃经穴对胃黏膜损伤细胞保护作用的可能机制。结果表明针刺足阳明经穴组能显著升高胃黏膜 EGF、 PGE_2 含量,降低实验兔胃黏膜 SS 含量、减弱 SSmRNA 在胃黏膜的表达水平,说明针刺足阳明经穴对家兔胃黏膜损伤的细胞保护作用是通过促进细胞间 EGF、 PGE_2 等相关因子的合成与释放,抑制 SS 分泌、减低 SSmRNA 在胃黏膜局部的表达而实现的。包永欣^[13]等以 $AlCl_3$ 造成慢性铝中毒 AD 模型,发现针刺风府能明显改善拟 AD 小白鼠的记忆障碍,且能显著提高其脑组织中的 5-HT、NE 和 DA 的含量。王少锦^[14]等发现以 $AlCl_3$ 腹腔注射造模的 AD 模型大鼠脑皮质中 NO 含量明显高于正常组,而电针可使大脑皮质 NO 含量比模型组显著降低。周国平^[15]观察了电针足三里对家兔胃黏膜损伤的细胞保护作用与 EGF、一氧化氮(NO)的关系,结果表明电针足三里后,胃黏膜 EGF 和 NO 含量明显皆明显升高,与模型组、非穴组比较,均有显著性差异($P < 0.05$),说明电针足三里对胃黏膜损伤后的细胞保护作用机理可能是提高胃黏膜中的 EGF、血清中 NO 含量,并具有腧穴相对特异性。

3 针灸效应与细胞膜受体

信号从胞外传递到胞内,一般均需要与细胞膜上的受体相结合,然后经受体上结合的蛋白质分子将信号传递下去。所以受体上结合的衔接分子在信号转导中扮演十分重要的角色。细胞膜受体主要包括离子通道受体、G 蛋白偶联受体、酪氨酸蛋白激酶(TyK)偶联受体,与转录因子偶联受体等。其中与转录因子偶联的受体位于细胞内,不属于细胞膜受体,含有转录调控域可直接调控启动子,启动基因转录。受体具有一定的特异性,某种受体只与相应的配体结合,发挥生物学效应。针灸生物体腠穴可使细胞膜受体的数目增多或使细胞膜受体的活性增强。赵保民^[16]观察了电针足三里穴对胃黏膜细胞受体表达及核增殖的影响,结果表明电针足三里穴胃黏膜 EGFR 阳性表达率 73.3%, Gas 表达率 66.7%;电针三阴交对 EGFR 表达无影响, Gas 表达率为 46.7%;联合穴位组 Gas, EGFR 表达均达 60.0%, AgNOR 特染各组核内嗜银颗粒无明显差异,说明电针足三里可提高胃黏膜细胞 Gas 和 EGFR 表达率,电针对胃黏膜细胞核增殖无影响。易受乡^[17]探讨了针刺足阳明经对胃黏膜损伤家兔表皮生长因子(EGF)、生长抑素(ss)及生长抑素受体基因(SSR mRNA)表达影响,结果表明针刺足阳明经组 EGF、胃黏膜损伤指数、SS 含量及 SSR mRNA 表达与模型组比较有显著差异($P < 0.01$)。但针刺胆经及膀胱经组与模型组比较上述指标未得到改善,与足阳明经组比较有显著差异($P < 0.01$ 或 0.05)。说明针刺足三阳经对家兔胃黏膜损伤的保护作用以足阳明经组的作用最强,其机制可能是通过调整有关脑肠肽及生长抑素受体基因表达有关、上述结果为经脉—脏腑相关的特异性提供了一定实验依据。周智梁^[18]观察了正常家兔脑室注射受体阻断剂后,刺络放血及电针对家兔脑血流图的影响。结果显示,肾上腺素能神经 β 受体在针刺影响脑血管的效应中起重要作用,而井穴刺络放血效应受到中枢神经 M 受体及肾上腺神经 α 受体的双重影响,可能是二者协调作用的结果。李耀功^[19]运用 RNA 点杂交、放射免疫测定(RIA)和计算机图像处理技术研究电针(EA)对雌性大鼠垂体组织雌激素受体 mRNA(ER mRNA)及血中雌二醇(E_2)水平的影响。结果提示,电针通过提高去卵巢大鼠体内 E_2 水平,影响垂体雌激素 ER 的基因表达,这可能是电针调整下丘脑-垂体-卵巢轴异常功能的机制之一。

4 针灸效应与细胞内信号分子

针灸效应的产生最终都需通过细胞内的信息传导诱导基因的表达和级联效应的发生,而细胞内第

二信使的介导发挥着关键作用,针灸刺激可影响和调节细胞第二信使的表达,目前许多研究表明第二信使在针灸效应产生中具有极其重要的作用,并且主要与 cAMP、cGMP、 Ca^{2+} 、DG(甘油二酯)、IP3(三磷酸肌醇)、PKC 和 ERK 等密切相关。曲丽芳^[20]运用放射免疫测定技术对神阙穴位组织内的 cAMP、cGMP 含量及其针刺后的变化进行测定,并与膀胱经的肾俞穴作比较,结果显示正常大鼠神阙穴位组织内的 cAMP、cGMP 明显高于肾俞穴($P < 0.05$),电针肾俞穴时,两穴位 cGMP 的差异消失。提示环核苷酸在不同穴位的差异性分布及对针刺的特异性反应,可能是不同穴位具有不同的特异性功能的物质基础之一。邓元江^[21]探讨了针刺足阳明经穴血清对家兔离体胃窦平滑肌细胞舒缩活动及胞内第二信使三磷酸肌醇含量的影响,结果表明针刺足阳明经穴对胃窦平滑肌细胞长度和胞内三磷酸肌醇含量的影响明显大于足少阳经穴、足太阳经穴和生理盐水组($P < 0.05$)。说明足阳明经穴针刺血清能使离体胃窦平滑肌细胞产生明显的收缩效应,其收缩效应的产生与升高细胞内的三磷酸肌醇含量有关。邓元江^[22]观察了足阳明经穴针刺血清对家兔离体胃窦平滑肌细胞内 Ca^{2+} 浓度的影响,结果发现足阳明经穴组 Ca^{2+} 浓度明显高于生理盐水组、阿托品模型组、足少阳经穴组、足太阳经穴组,差异均有非常显著性意义($P < 0.01$);足少阳经穴组与足太阳经穴组比较,差异无显著性意义($P > 0.05$)。说明足阳明经穴针刺血清使离体胃窦平滑肌细胞内 Ca^{2+} 浓度升高,且具有经脉的相对特异性。李瑞午^[23]观察了针刺大白鼠经穴后的血清对体外培养的大脑皮层细胞内钙离子浓度的影响,结果表明加入正常血清后,细胞内的钙离子浓度会有一定的升高,经过一段时间后升高的钙离子浓度会趋向平稳;而再加入针刺血清后,在一定程度上可以降低神经细胞内钙离子的浓度。说明针刺腠穴后,除了神经的调节机制外,针刺血清中存在着某种活性物质可以明显地使大脑皮层细胞内钙离子浓度降低,此为针灸体液因素的存在提供了直接的证据。郭登军^[24]观察了针刺对缺血性脑损伤大鼠的治疗作用及对 GDNF 表达水平和 MAPKs 信号转导通路的调节,结果显示缺血性脑损伤大鼠经针刺治疗后其梗塞面积缩小,同时 GDNF 的表达显著上调, p-ERK1/2 的表达显著下调,说明针刺可通过调节 MAPK 信号转导通路和促进 GDNF 的表达来发挥脑梗塞后的保护作用。刘智斌^[25]通过对 CD^{4+} T 细胞内信号转导分子 Jak1 激酶表达水平的影响来证实针刺的作用机制。其结果显

示在相对分子质量 120kd 附近,针刺组呈现明显阳性条带,表明补法针刺足三里穴可显著提高 SD 大鼠 T 细胞内 Jak1 激酶的表达水平,从而可能影响效应细胞的功能。李海燕^[26]通过电针和氟西汀治疗抑郁症对血小板蛋白激酶 C 影响的研究,结果发现抑郁症患者血小板膜和血小板质 PKC 的含量均有降低。氟西汀治疗后经典 PKC 含量有进一步减少的趋势,非经典 PKC 和新 PKC 的含量则出现升高的趋势。电针和针刺治疗后经典 PKC 的含量呈升高的趋势,新 PKC 和非经典 PKC 的含量呈下降趋势。说明抑郁症患者存在有磷脂酰肌醇信号传导通路的异常。电针和氟西汀对血小板膜和血小板质不同亚型的 PKC 含量变化的影响不同,提示电针治疗抑郁症的受体后机制不同于氟西汀。

5 针灸效应与基因表达

针灸刺激从外周传入后,作用于以神经-内分泌-免疫系统为主的相应器官组织,通过生物活性物质(激素或细胞因子等)作用于靶细胞后诱导细胞信息传导,从而引发相应的生物效应或基因表达,最终使针灸效应得以发挥。孙志^[27]采用逆转录聚合酶链反应(RT-PCR)技术及 Northern Blot 印迹两种方法均发现针刺可以上调肥胖大鼠的 OB-R 基因表达,并且能使肥胖大鼠下丘脑 NPY mRNA 表达降低。说明针灸对中枢 OB-R 和 NPY 基因表达的调整可能是针灸减肥取效的中枢分子机制之一。陈泽斌^[28]采用基因芯片技术,分析探讨针刺预处理抗脑缺血再灌注损伤作用的分子机制,结果发现针刺“肾俞”“百会”预处理后 0.5 h,大鼠脑组织表达变化大于 2 倍的基因共 265 个,20 个基因表达差异具有显著性意义($P < 0.05$)。其中 8 个基因表达上调,12 个基因表达下调;涉及神经元信号传递类基因 11 个,涉及转录调控类基因 5 个,涉及代谢酶类基因 2 个,涉及热休克反应类基因 1 个,涉及细胞骨架类基因 1 个。说明一些针刺诱导的基因表达产物在针刺预处理抗脑缺血再灌注损伤过程中发挥了重要作用;针刺预处理后神经细胞功能状态的改变可能是其随后发挥抗脑缺血再灌注损伤作用的重要基础。易受乡^[29]比较了针刺足三阳经对胃黏膜损伤的保护作用及对生长抑素受体基因表达的影响,结果显示针刺足阳明经组 EGF 明显升高,胃黏膜损伤指数、SS 含量及 SSR mRNA 表达显著降($P < 0.01$),说明针刺足三阳经以足阳明经组对家兔胃黏膜损伤保护作用最强,其机制可能与调整有关脑肠肽及生长抑素受体基因表达有关。施静^[30]等研究发现,电针能明显缩小局灶性脑缺血的大鼠脑梗

塞面积,同时发现,局灶性脑缺血的大鼠缺血侧海马及大脑皮层 NMDAR1 mRNA 阳性细胞明显高于对照侧;经电针治疗后,NMDAR1 mRNA 无过表达现象。海马及大脑皮层缺血侧 NMDAR1 mRNA 阳性细胞数与对照侧相比无显著性差异,但明显低于单纯缺血组。提示,谷氨酸介导的缺血性脑损伤的机制之一是通过 NMDAR1 mRNA 的过表达而实现的,电针对脑缺血性神经元损伤的保护作用可通过抑制 NMDAR1 mRNA 的过表达而实现。刘智斌^[31]研究不同手法针刺对外周血单核细胞(PBMC)细胞信号转导子和转录活化子(STAT5) mRNA 和 DNA 的结合能力的影响。结果显示补法针刺足三里穴可显著提高人 PBMC 的 STAT5 mRNA 基础转录水平和 STAT5 与特定 DNA 的结合能力($P < 0.01$),但泻法针刺足三里穴的试验结果与健康人正常水平无显著性差异($P > 0.05$)。说明补法针刺免疫调节作用有细胞因子及 JAK/STAT 信号转导途径参与。

6 结语

细胞信号转导理论在揭示复杂的生命现象中发挥重要作用,人们在针灸效应与细胞信号转导的相关性研究方面也做了较多的工作,取得一定的成果。但整个过程中存在的问题较为凸显,如研究焦点多集中在第一信使上,胞内信号通路鲜有探讨。当今科技也早已从分析时代转向系统时代^[32],所以,今后把目光投向胞内信号分子与其受体以及其后的信息传递通道上,也有必要将细胞膜离子通道、受体蛋白的基因表达等纳入研究领域。

参考文献

- [1] 孙大业. 细胞信号转导[M]. 第 2 版. 北京:科学出版社,2000:5.
- [2] Alton G, Cox AD, Toussmnt LG, et al. Functional proteomics analysis of GTPase signaling networks[J]. Methods Enzymol, 2001, 332:300.
- [3] 付平, 贾建平, 王敏. 针刺神门对阿尔茨海默病患者脑功能磁共振成像的影响[J]. 中国临床康复, 2005, 9(1):120-121.
- [4] 唐纯志, 赖新生, 杨君军, 等. 电针对老年性痴呆大鼠脑内 SOD、MDA、GSH-Px 影响的实验研究[J]. 陕西中医, 2005, 26(2):180-181.
- [5] 赵志国, 王少锦, 葛建军. 针刺效应对肥胖大鼠高瘦素和高胰岛素血症的影响[J]. 中华中医药杂志, 2005, 20(9):559-560.
- [6] 李忠仁. 实验针灸学[M]. 北京:中国中医药出版社, 2003, 154, 231.
- [7] Maenicol MC, Muslin AJ, Manicol AM. J Biol Chem, 2000;275:3803-3809.
- [8] Li D, Wu LJ, Tashiro S, et al. Oridonin-induced A431 cell apoptosis partially through blockage of the Ras/Raf/ERK signal pathway[J]. J Pharmacol Sci, 2007, 103(1):56-66.
- [9] Kim N, Kim H, Youm JB, et al. Site specific differential activation of ras/raf/ERK signaling in rabbit isoproterenol-induced left ventricular hypertrophy[J]. Biochim Biophys Acta, 2006, 1763(10):1067-75.
- [10] 申国明, 徐颖, 吕磊. 电针对冷应激致胃黏膜损伤大鼠 VIP 免疫反应性的影响[J]. 安徽中医学院学报, 2004, 23(3):29-32.

浅论经络三分体系

★ 林炎彬¹ 指导:刘春援² (1. 江西中医学院 2008 级研究生 南昌 330006;2. 江西中医学院 南昌 330006)

摘要:用经络三分法(表、半表半里和里)分别阐述经络在人体内的分布情况:布于表的阳络、散于里的阴络和联于阳络、系于阴络之半表半里的经脉,并论述阳络、经脉、阴络的生理特点(阳络主营卫、统肌表;经脉运气血、沟内外;阴络蓄阴阳、司脏腑)和病理特点(阳络的营卫失调;经脉的气血失调;阴络的阴阳失调),最后提出阳络证、阴络证及经脉证的主病范围和治疗大法(治法虽有调营卫、调气血、调阴阳之别,但不离一个调字,达到以平为期的目的)。

关键词:经络;阳络;阴络;经脉

中图分类号:R 224.1 **文献标识码:**A

Discussion on the Three-part System of Meridians

LIN Yan-bin, LIU Chun-yuan

Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanchang 330006

- [11] 余曙光,刘雨星,唐勇,等. 电针提高老年痴呆大鼠学习记忆能力的 NO-cGMP 信号通路机制[J]. 中国老年学杂志,2004,24(7):626-628.
- [12] 阳仁达,严洁,易受乡,等. 针刺胃经穴对家兔胃黏膜损伤的细胞保护作用及机理研究[J]. 中国医学研究与临床,2004,2(16):8-11.
- [13] 包永欣,吕冠华. 针刺对痴呆小鼠记忆障碍和单胺神经递质的影响[J]. 上海针灸杂志,2003,22(7):23-25.
- [14] 王少锦,赵志国,李爱英. 针刺对拟痴呆大鼠中枢一氧化氮活性和胆碱能系统功能的影响[J]. 中国行为医学科学,2004,13(5):488-489.
- [15] 周国平,严洁,常小荣,等. 电针足三里对胃黏膜损伤家兔 EGF、NO 的影响[J]. 中国中医药信息杂志,2005,12(7):39-40.
- [16] 赵保民,黄裕新,张伟. 电针对大鼠胃黏膜胃泌素和 EGFR 表达及 AgNOR 的影响[J]. 第四军医大学学报,2001,22(9):782-785.
- [17] 易受乡,阳仁达,严洁,等. 针刺对胃黏膜损伤家兔表皮生长因子、生长抑素及生长抑素受体基因表达的影响[J]. 世界华人消化杂志,2004,12(7):1721-1723.
- [18] 周智梁. 手十二井穴刺络放血及电针对家兔脑血流图影响的中枢神经递质机理探讨[J]. 针刺研究,1998,(4):254-256.
- [19] 李耀功,杨茹,高慧,等. 针刺对雌性大鼠垂体雌激素受体 mRNA 表达和血雌二醇水平影响的研究[J]. 针刺研究,1998,(1):28-31.
- [20] 曲丽芳,宫斌,张再良,等. 环核苷酸在正常大鼠神阈、肾俞穴位组织内的分布及针刺后的变化[J]. 上海针灸杂志,1999,18(4):36-37.
- [21] 邓元江,易受乡,严洁,等. 胃经穴针刺对家兔离体胃窦平滑肌细胞舒缩活动与胞内三磷酸肌醇含量的影响[J]. 中国临床康复,2005,9(31):154-7.
- [22] 邓元江,易受乡,严洁,等. 胃经穴针刺血清对家兔离体胃窦平滑肌细胞内钙离子浓度影响的实验研究[J]. 新中医,2005,37(10):91-93.
- [23] 李瑞午,张金铃,郭莹,等. 针灸血清对大脑皮层细胞内钙离子的影响初探-针灸体液机理的研究[J]. 中国针灸,2005,25(5):351-354.
- [24] Deng-jun Guo, Yong-bo Zhao, Ying-hui Chen. Effect of acupuncture on expression of GDNF and activation of MAPKs in the rat brain after focal cerebral ischemic injury[J]. Neuroscience Bulletin, 2005, 21(6):150.
- [25] 刘智斌,刘娜,陈军. 补法针刺足三里穴对 SD 大鼠 T 细胞内 Jak1 激酶表达水平的影响[J]. 陕西中医学院学报,2005,28(3):45-46.
- [26] 李海燕,周东丰,宋煜青,等. 电针和氟西汀治疗抑郁症对血小板蛋白激酶 C 的影响[J]. 中国心理卫生杂志,2004,18(10):688-691.
- [27] 孙志. 针灸治疗单纯性肥胖病的临床及细胞分子机制研究[D]. 南京中医药大学 2000 级博士研究生毕业论文,2003.
- [28] 陈泽斌,王华. 针刺对大鼠脑组织神经生物学基因表达的研究[J]. 中国针灸,2005,25(8):573-576.
- [29] 易受乡,阳仁达,严洁,等. 针刺足三阳经穴对胃黏膜损伤家兔生长抑素受体基因表达影响的比较[J]. 中国针灸,2004,21(11):785-788.
- [30] 施静,刘晓春,张静,等. 针刺穴位对脑缺血再灌注大鼠脑内 NMDAR1 mRNA 的影响[J]. 中国组织化学与细胞化学杂志,2000,9(4):371-375.
- [31] 刘智斌,杨晓航. 不同手法针刺足三里穴对人信号转导途径的作用[J]. 中国针灸,2006,26(2):120-122.
- [32] 修宗昌,余绍源,黄穗平. 细胞信号转导理论在脾虚证研究中的应用[J]. 辽宁中医杂志. 2003,30(1):7-9.

(收稿日期:2009-05-07)