doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2017.23.048

α_1- 肾上腺素受体介导交感神经对机体调节及针灸效应的研究情况分析 *

白红新 嵇 波△ 赵国桢 王 丹 严明娜 孙晓敏 路雅雯 戴 健

（北京中医药大学针灸推拿学院 北京 100029）

摘要：为明确近 30 年 α_1-AR(a1-Adrenoceptor)介导交感神经对机体生理病理变化及针灸效应的研究情况，本文查阅 CNKI 数据库及 Pubmed 数据库，对近 30 年关于 α_1-AR 介导的交感神经对机体生理病理影响及针灸效应的研究情况进行系统回顾。发现α_1-AR 不但介导交感神经对心脏的变力变时效应，以及血管平滑肌、膀胱括约肌和子宫平滑肌的收缩等生理效应的调节，还介导了心律失常、心肌肥大等病理过程，此外，α_1-AR 还介导了针刺信号的传导，而且针刺还可以调节交感神经张力。说明机体的许多生理病理改变与 α_1-AR 及亚型的变化有密切关系，因此，深入研究 α_1-AR 将有助于阐释机体的生理病理机制，也为有效药物提供理论依据和相应的药理模型；对经脉穴位上 α_1-AR 的深入研究，有助于经络实质的探讨及针刺效应物质基础研究。

关键词：α_1- 肾上腺素（α_1-AR）；交感神经；心脏；血管；中枢；针灸

中图分类号：Q577；R338；R245 **文献标识码：**A **文章编号：**1673-6273(2017)23-4597-04

Analysis Regarding Effect of Sympathetic Nerves on Body Regulation and Acupuncture Efficacy by Alpha1-adrenoreceptor Mediation*

BAI Hong-xin, JI Bo△, ZHAO Guo-zhen, WANG Dan, YAN Ming-na, SUN Xiao-min, LU Ya-wen, DAI Jian

(School of Acupuncture-Moxibustion and Tuina, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing, 100029, China)

ABSTRACT: To clarify the effect of the sympathetic nerves on the body's physiopathological changes and acupuncture effect by the alphal-AR mediation in the past 30 years. The paper has referred to the database of CNKI and Pubmed, and systematically reviewed the publications in the past 30 years about the research of the alpha1-AR mediation of the sympathetic nerves to the body's physiological and pathological changes and acupuncture effect. Alphal-AR not only mediated the sympathetic nerves on the inotropic change of the heart, and the contraction of the vascular smooth muscles, bladder sphincter, and uterine smooth muscles and other physiological effect, but also mediated cardiac arrhythmia, myocardial hypertrophy and other pathological process. In addition, Alpha1-AR also mediated the acupuncture signal transmission, and acupuncture was able to adjust the sympathetic nervous tension. The body's physiopathological changes are closely related to alpha1-AR and subtype alteration. The in-depth study of alpha1-AR helps to explain physiopathological mechanism of the body, as well as provide theoretical basis and the corresponding pharmacological models for better selective drugs. Studying Alpha1-AR on meridians contributes to the discovery of meridian essence and the substantial basis of acupuncture effects.

Key words: Alpha1-AR; Sympathetic nerve; Blood vessel; Central; Acupuncture

Chinese Library Classification(CLC): Q577; R338; R245 Document code: A

Article ID: 1673-6273(2017)23-4597-04

前言

肾上腺素受体(adrenergic receptors, AR)是一类膜表面糖蛋白，它的内源性激动剂为交感神经末梢释放的去甲肾上腺素和肾上腺髓质释放的肾上腺素。AR 能识别并选择性地与儿茶酚胺类物质特异性结合，进而激活胞内信号转导通路，从而引起一系列生物反应。1994 年 8 月，国际药理联合会受体命名与药物分会根据 AR 与其配基结合特性及功能等差异，将 AR 分为 α_1-AR、α_2-AR (a2-Adrenoceptor) 和 β-AR (β-Adrenoceptor) 三大类，其中，α_1-AR 分布于血管平滑肌、心肌、瞳孔开大肌、肝细胞、膀胱括约肌、子宫平滑肌等。α_1-AR 介导机体内源性儿茶酚胺的大多数生理病理反应，参与众多系统的调节，如神经、心血管、呼吸、消化及内分泌等。此外，α_1-AR[1]还参与针刺信号的传导。开展α_1-AR 的研究将有助于了解相关脏腑器官的病理生理变化机制，指导临床用药及新药的开发，也有助于经络学说及针灸效应的研究。本文就α_1-AR 介导的交感神经对机体生理病理的调节及针刺效应进行综述，以期为进一步深入研究提供参考。

1 α_1-AR 介导的交感神经对心脏生理病理的影响

* 基金项目：国家自然科学基金面上项目(81373558)；国家自然科学基金面上项目(81674059)；
北京中医药大学自主选题项目（2014-JYBZZ-XS-040）

作者简介：白红新（1987-），硕士研究生，主要从事针灸作用规律及基础的研究，E-mail：524544180@qq.com

△ 通讯作者：嵇波，教授，博士生导师，研究方向：针灸作用规律与机理研究，E-mail：jibo678@263.net

（收稿日期：2016-11-16 接受日期：2016-12-20）

α_1-AR 在交感神经系统调节心血管生理病理功能过程中发挥重要作用。首先,正常生理情况下,α_1-AR 参与交感 - 儿茶酚胺对心脏的变力变时效应。Chu C[2]发现α_1-AR 对心肌收缩的调节具有不均一性,其兴奋引起右心室负性肌力,而对左心室是正性肌力。还有研究[3]采用心电图记录方法观察苯肾上腺素对正常大鼠离体心脏心率矫正 QT 间期 (QTc) 的作用,发现 α1-AR 激动时,能延长正常大鼠心脏 QT 间期。其次,α_1-AR 的变力效应随机体的机能状态不同会发生变化。人体生理状态下交感 - 儿茶酚胺系统对心脏的变力效应主要是β-AR 介导的,α_1-AR 只起辅助作用,但在心衰的情况下,两者可起相同程度的正性变力效应[4,5],且发现 α_1-AR 含量也会发生变化。有研究发现,生理状态下其含量约占所有受体的 11%,而在心衰时其含量可达 25%以上[6]。

α_1-AR 还介导心肌细胞蛋白质的合成,在心肌细胞生长中发挥作用。有研究[7]发现持续激动α_1-AR 可引起乳鼠心肌细胞蛋白质合成、葡萄糖摄取和腺苷酸活化蛋白激酶(AMP-activated protein kinase,AMPK)活性呈时间依赖性增加,并发现蛋白表达相关基因显著上调。这可能也是 α_1-AR 致心肌肥厚的作用机制。最近有研究发现 α_1-AR 对病理性心脏还有一定的保护作用,研究[8,9]显示α_1-AR 可阻止心衰心脏的病理性重构,抑制心肌细胞死亡,增加心肌收缩力,减轻NE 介导的心率失常。还有研究[10]显示是 α_1A-AR 亚型介导了增加右心衰心肌的收缩力。还有研究[11]认为α_1-AR 介导了新的细胞核信号传导机制从而起到保护心脏的作用。

此外,α_1-AR 与心律失常、心肌肥厚、心室重构、房颤等疾病的发生、发展有关。α_1-AR 介导心律失常机制与α_1-AR 兴奋后可调控心肌细胞上电流的大小有关。有研究[12]采用膜片钳全细胞记录方法记录豚鼠心肌细胞快激活延迟整流钾电流 Ikr,发现 α_1-AR 激活可降低心肌细胞 Ikr,该作用主要通过 α_1-AR 的亚型α_1A-AR 介导。另有研究[13]通过采用测定心肌细胞直径、数目及 3H- 亮氨酸(3H-Leu)掺入率的方法,观察去甲肾上腺素(norepinephrine, NE)及哌唑嗪(PRAZ)对大鼠培养心肌细胞肥大的影响,以斑点杂交分析 NE、PRAZ 在心肌细胞 MHC 基因表达中的作用,发现α_1-AR 介导了 NE 促心肌细胞肥大及肌球蛋白重链(MHC)基因表达。还有研究[14]发现交感神经系统长期高度激活时,释放大量的儿茶酚胺,通过α_1-AR 诱导心肌成纤维细胞(CFs)活化,而 CFs 是心肌纤维化、心室重构等病理过程中的关键因素。另有研究[15]显示美托洛尔和哌唑嗪减轻 NE 引起的房颤,其机制与 Ca^{2+} 释放有关。

2 α_1-AR 介导的交感神经对血管生理病理的影响

α_1-AR 存在血管平滑肌、血管内皮及外膜,其中血管平滑肌中的 α_1-AR 主要介导血管的收缩,内皮与外膜中的α_1-AR 其功能尚不清楚[16]。交感神经遍布于全身各处血管,其节后纤维末梢释放的 NE 作用于血管上的 α_1-AR 引起血管收缩[17]。位于大脑血管中的 α_1-AR 也介导了交感神经兴奋引起的血管收缩[18]。而趋化因子受体 CXCR4 和 ACKR3 又介导了α_1-AR 对血管平滑肌和血液动力学的调节[19]。

从细胞水平研究α_1-AR 介导机体血管的病理变化。有研究[20]用 Northern blotting 法观察新生牛的缺氧性肺动脉平滑肌细胞 (norepinephrine,PASMCs) 的 c-fos、c-myc 基因表达和 α_1-ARmRNA、β2-ARmRNA 的变化,结果显示缺氧后 PASMCs DNA 合成与 α_1-AR 的兴奋性成正相关,表明缺氧时 α_1-AR 增多,既促进肺血管收缩加强,又可使肺血管平滑肌细胞增殖,进而引起血管壁增厚而发生肺血管重建。

机体外周 α_1-AR 介导的血管效应。有研究[21]采用酶联免疫吸附测定(ELISA)技术探讨高血压患者血清中抗 α_1 肾上腺素受体自身抗体(α_1-AA)的分布特征及其病理意义,发现高血压患者血清中 α_1-AA 的分布呈高阳性率与高滴度的特征,而且 α_1-AA 可能是特异作用于血管平滑肌细胞的 α_1-AR 而产生缩血管效应。还有研究[22]发现α_1A-AR 兴奋剂可以减轻体位性心动过速引起的下肢血管过度舒张。

3 α_1-AR 介导的交感神经对中枢神经系统的影响

α_1-AR 不但在外周神经系统有表达,在整个中枢神经系统亦有较高密度的表达,而且参与中枢神经系统对机体的调控。有研究显示[23]增加大鼠脑组织皮层中的 α_1-AR 可以提高认知功能。还有研究[24,25]发现抑郁、焦虑与 α_1-AR 的增多有关。还有人[26]发现 NE 能通过 α_1-AR 和 α_2-AR 影响网状神经元的突触前和突触后属性,并且α_1-AR 激动剂能激活内向电流,并增加抑制性和兴奋性的微突触后电流的频率。还有研究[27]显示位于大脑被盖腹侧 (The ventral tegmental area,VTA) 突触前末梢的 α_1-AR 可以调节 GABA 释放到 VTA-DA(VTA-dopamine)细胞在脊髓水平的 α_1-AR 还参与了机体对伤害性刺激的调控。有研究[28]采用全细胞膜片钳法研究α_1-AR 调控健康大鼠脊髓背角感觉神经元谷氨酸能突触传递的作用机制。发现位于脊髓背角神经元的 α_1-AR 促进初级传入纤维在脊髓背角释放γ 进氨基丁酸(GABA),主要通过 GABAA 受体抑制初级传入纤维兴奋性谷氨酸能神经冲动的传入,从而产生一定镇痛作用。也有研究[29]用同样的方法,通过记录 α_1-AR 激动剂苯肾上腺素刺激诱发的脊髓背角浅层神经元谷氨酸能兴奋性突触后电流(eEPSCs),并给予 GABAB 受体特异性拮抗剂 CGP55845,进一步观察 GABAB 受体在苯肾上腺素对突触终末 eEPSCs 调节过程中的作用。发现脊髓背角 α_1-AR 通过 GABAB 受体调节 Glu 释放,这种突触前对谷氨酸释放的调节可能是下行肾上腺素能系统对伤害性刺激调控的作用机制。

4 α_1-AR 介导的交感神经对其他脏腑的影响

α_1-AR 除参与心脏、血管、中枢神经系统的生理病理调控外,α_1-AR 还介导了膀胱括约肌、子宫平滑肌的收缩以及唾液腺的分泌等。在病理上,有研究[30]显示α_1- 肾上腺素激动剂去氧肾上腺素(PE)对体外活化的大鼠肝星状细胞(HSC-T6)具有促进增殖和抑制凋亡的作用。还有有研究发现[31]交感神经递质可能通过激活α_1-AR 诱导细胞外信号调节激酶磷酸化从而促进人胚肺成纤维细胞增殖,进而促进肺纤维化的发生发展。还有研究[32]发现 α_1、α_2 肾上腺素受体均可能参与了大鼠重症急性胰腺炎(SAP)时肺脏水的调节。

5 针灸与α_1-AR、交感神经的相关性

针灸效应是一种生命活动现象,生命活动是建立在蛋白质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。针刺效应与细胞信号转导通路有着紧密的联系[33],而α_1-AR 参与调节的跨膜转导机制是细胞信号转导机制中的一个重要组成部分。故交感神经、α_1-AR 与针灸效应也有着密切的联系。有研究发现[3]皮肤中儿茶酚胺类物质大量集中分布于皮肤中的一些与经络循行相关联的部位,针刺后可以释放出来,并具有循经特性。还有研究[35]发现针刺 " 内关 " 穴可以减少心肌肥厚大鼠儿茶酚胺类神经递质的释放，进而影响交感神经的兴奋性。还有人[36]通过在急性心肌缺血家兔模型上观察侧脑室微量注射去甲肾上腺素对心肌缺血的影响以及侧脑室注射酚妥拉明和心得安对电针 " 内关 " 心脏效应的影响。结果显示中枢肾上腺素能系统参与电针 " 内关 " 的心脏效应，电针 " 内关 " 可能通过兴奋 α 受体、抑制β 受体兴奋起作用。此后又进一步研究显示[1]微量的 α_1-AR 兴奋剂苯肾上腺素穴位局部皮内注射可以模拟出很强的针刺效应,说明 α_1-AR 介导了针刺信号的传导。

6 结语

α_1-AR 属 G 蛋白偶联受体,经交感神经递质去甲肾上腺素(NE)激活后,通过 Gq/11 蛋白激活磷脂酶 C(Phospholipase C, PLC),使质膜上的磷酯酰二磷肌醇(Phosphatidylinositol diphosphate, PIP2)分解为三磷肌醇(IP3)和二酰甘油(Diacylglycerol, DAG)。IP3 通过激活肌浆网上的 IP3 受体使内钙释放;DAG 继而激活蛋白激酶 C(Protein kinase C, PKC),PKC 可能通过两条途径引起平滑肌收缩，一是增强磷酸二酯酶的活性从而降低 cAMP 水平,一是促使细胞外钙进入胞内,激活肌凝蛋白轻链激酶,使血管及各组织平滑肌收缩进而引起血压升高及功能性下尿路梗阻等症状。α_1-AR 还可激活花生四烯酸、磷脂酶 D(PLD)活化等其它信号转导途径。此外,α_1-AR 与其它 GPCRs 类似,能激活线粒体,调节细胞生长和增殖。

目前对α_1-AR 的研究主要从药理学受体激动剂、拮抗剂的角度观测其对机体及器官的生理病理影响,推测其效应。研究的主要脏腑器官有心血管、神经等,涉及的指标有α_1-ARmRNA 在组织细胞中的表达、细胞生长抑制率、细胞凋亡和细胞周期变化、凋亡相关蛋白天门冬氨酸特异蛋白酶(Caspase-7)和多聚 ADP- 核糖聚合酶(PARP)表达水平、基因表达谱的变化、NE 含量、α_1-AR 在细胞中的定位及蛋白质表达水平;应用的技术有 real-time PCR、MTT 比色法、流式细胞术(FCM)、蛋白质免疫印迹法(Western-Blot)、高通量 DNA 芯片技术、ELISA 法、放射配体结合实验、实时荧光共聚焦成像等。

现阶段虽然α_1-AR 的研究已取得一定的成果,其中对心脏生理病理研究较多，但对其分布于皮肤血管等部位的研究较少,对其生理病理机制有待进一步的研究。另外α_1-AR 在针灸领域的应用较少,目前在针灸领域主要用于阐释经络实质及针灸效应物质基础,而针灸对脏腑器官及穴位皮肤处 α_1-AR 影响的研究不多，未来可把 α_1-AR 作为针灸观测指标之一，可从 α_1-AR 基因、蛋白质入手,从交感神经的角度探讨针灸的作用机理,以期为针灸的作用机理提供理论依据。

参 考 文 献(References)

[1] 刘里远,彭安,潘娟,等. 交感神经敏感线与经络实质 [J]. 中国针灸, 2001, 21(5): 285-289
Liu Li-yuan, Peng An, Pan Juan, et al. he sympathetic sensitive line with meridian essence [J]. Chinese Acupuncture & Moxibustion. 2001, 21(5): 285-289

[2] Chu C, Thai K, Park KW, et al. Intraventricular and interventricular cellular heterogeneity of inotropic respinses to α (1)-adrenergic stimulatin[J]. Am J Physiol Heart Circ Physiol, 2013, 304(4): H946-953

[3] 陈龙,王玲玲,徐斌,等. PE 对正常及糖尿病大鼠心脏变时作用的比较[J]. 南京中医药大学学报, 2008, 24(6): 394-397
Chen Long, Wang Ling-ling, Xu Bin, et al. Effect of PE on Chronotropic Action of Heart of Normal Rats and Rats with Diabetes [J]. Jouranal of Nanjing TCM Uniersitu, 2008, 24(06): 394-397

[4] Cowley PM, Wang G, Chang AN, et al. The α1A-adrenergic receptor subtype mediates increased contraction of failing right ventricular myocardium [J]. Am J Physiol Heart Circ Physiol, 2015, 309 (5): H888-H896

[5] Timothy D O'Connell, Brian CJ, Anthony JB, et al. Alpha-1-Adrenergic Receptors in Heart Failure: The Adaptive Arm of the Cardiac Response to Chronic Catecholamine Stimulation [J]. J Cardiovasc Pharmacol, 2014, 63(4): 291-301

[6] Jensen BC, Swigart PM, De Marco T, et al. Alpha1-Adrenergic receptor subtypes in nonfailing and failing human myocardium [J]. Circ Heart Fail, 2009, 2(6): 654-663

[7] 闫洁,吕志珍,韩启德,等. α_1- 肾上腺素受体激动时心肌细胞表型与基因表达谱的变化[J]. 中国病理生理杂志, 2003, 19(11): 103
Yan Jie, Lv Zhi-zhen, Han Qi-de, et al. Alpha 1 - adrenaline receptors in the change of myocardial cell phenotype and gene expression [J]. Chinese Journal of Pathophysioloy, 2003, 19(11): 103

[8] Timothy D, O'Connel L, Brian C, et al. Cardiac Alphas-Adrenergic Receptors: Novel Aspects of Expression, Signaling Mechanisms, Physiologic Function, and Clinical Importance [J]. Pharmacol, 2014, 66: 308-333

[9] Karolina Pytka, Klaudia Lustyk, Elzbieta Zmudzka, et al. Chemically Homogenous Compounds with AntagonisticProperties at All α1-AdrenoceptorSubtypes but not β1-Adrenoceptor Attenuate Adrenaline-Induced Arrhythmia in Rats [J]. Pharmacology, 2016, 7: 1-14

[10] Cowley PM, Wang GY, Chang AN, et al. The α_1A-adrenergic receptor subtype mediates increased contraction of failing right ventricular myocardium [J]. Am J Physiol Heart Circ Physiol, 2015, 309(5): 888-896

[11] Wu SC, Dahl EF, Wright CD, et al. Nuclear Localization of a1A-Adrenergic Receptors Is Required for Signaling in Cardiac Myocytes: An "Inside-Out" a1-AR Signaling Pathway[J]. J Am Heart Assoc, 2014, 3(2): 1-16

[12] 王森,吴婷婷,郭妍,等. α_1- 肾上腺素受体在调控快激活延迟整流钾电流中的作用[J]. 江苏医药, 2014, 40(3): 255-258
Wang Sen, Wu Ting-ting, Guo Yan, et al. Effect of alpha1-adrenergic receptor on regulation of rapid activation of delayed rectifier potassium current[J]. Jiangsu Med J, 2014, 40(3): 255-258

[13] 阮长武,金朝俊,余光耀,等. α_1- 肾上腺素受体介导去甲肾上腺素

促大鼠培养心肌细胞肥大及肌球蛋白基因表达[J]. 临床心血管病杂志, 2000, 16(11): 514-515
Yuan Chang-wu, Jin Zhao-jun, Yu Guang-yao, et al. α_1 Adrenergic receptor mediates the norepinephrine-inducedhypertrophy and expression of myosin heavy chain genesin cultured rat cardiomyocytes[J]. J Clin Cardiol (China), 2000, 16(11): 514-515

[14] Mukaddam-Daher Suhayla. An "I" on Cardiac Hypertrophic Remodelling: Imidazoline Receptors and Heart Disease [J]. Canadian Journal of Cardiology, 2012, 28: 590-598

[15] Suita K, Fujita T, Hasegawa N, et al. Norepinephrine-Induced Adrenergic Activation Strikingly Increased the Atrial Fibrillation Duration through β1- and α1-Adrenergic Receptor-Mediated Signaling in Mice[J]. PLoS One, 2015, 10(7): 1-13

[16] Mc Grath CJ. Localization of α-adrenoceptors: JR VaneMedal Lecture[J]. British Journal of Pharmacology, 2015, 172: 1179-1194

[17] Timothy P, Just & Darren S, De Lorey. Exercise training and a1-adrenoreceptor-mediated sympathetic vasoconstriction in resting and contracting skeletal muscle[J]. Physiological Reports, 2016, 4(3): 1-12

[18] Purkayasha S, Raven PB. The functional role of the alpha-1 adrenergic receptors in cerebral blood flow regulation [J]. Indian Journal of Pharmacology, 2011, 43(5): 502-506

[19] Bach HH, Wong YM, Tripathi A, et al. Chemokine (C-X-C Motif) Receptor 4 and Atypical Chemokine Receptor 3 Regulate Vascular α_1-Adrenergic Receptor Function [J]. Molecular Medicine, 2014, 20 (1): 435-447

[20] 姚香兰, 薛全福, 赵琪平. α_1- 肾上腺素受体在缺氧性肺动脉平滑肌细胞增殖中的作用 [J]. 中国病理生理杂志, 2011, 27(6): 1187-1192
Yao Xiang-lan, Xue Quan-fu, Zhao Qi-ping. Role of α1adrenoceptor in proliferation of hypoxic pulmonary arterysmooth muscle cells[J]. Chinese Journal of Pathophysiology, 2011, 27(6): 1187-1192

[21] 贺忠梅, 马秀瑞, 燕子, 等. 高血压患者血清抗α_1 肾上腺素受体自身抗体的分布特征及其缩血管作用 [J]. 中国药物与临床, 2010,10(8): 862-865
He Zhong-mei, Ma Xiu-rui, Yan Zi, et al. Distribution and vasocontraction effects of autoantibody against α1-adrenoceptor in patients with hypertension [J]. Chinese Remedies & Clinics, 2010, 10 (8): 862-865

[22] Xu Wen-rui, Jin Hong-fang, Du Jun-bao. Pathogenesis and Individualized Treatment for Postural Tachycardia Syndrome in Children[J]. Chinese Medical Journa, 2016, 129(18): 2241-2245

[23] Lapiz MD, Morilak DA. Noradrenergic modulation of cognitive function in rat medial prefrontalcortex as measured by attentional set shifting capability[J]. Neuroscience, 2006, 137: 1039-1049

[24] Doze VA, Handel EM, Jensen KA, et al. Alpha (1A)- and alpha(1B) -adrenergic receptors differentially modulate antidepressant-like behavior in the mouse[J]. Brain Res, 2009, 1285: 148-157

[25] Stone EA, PhD, Yan Lin, et al. The Role of the Central Noradrenergic System in BehavioralInhibition [J]. Brainresrev, 2011, 02: 002

[26] Nasse JS, Travers JB. Adrenoreceptor modulation of oromotor pathways in the rat medulla [J]. Journal of Neurophysiology, 2014, 112(3): 580-593

[27] Velasquez-Martinez M C, Vazquez-Torres R, Rojas L V, et al. Alpha-1 adrenoreceptors modulate GABArelese onto ventral tegmental area dopamine neurons[J]. Neuropharmacology, 2015, 88: 110-121

[28] 袁维秀, 郭英, 徐娟, 等. α1- 肾上腺素受体参与调控脊髓背角神经元突触传递的作用机制[J]. 北京医学, 2012, 34(8): 723-726
Yuan Wei-xiu, Guo Ying, Xu Juan, et al. The role of α1 adrenaline receptors on GABAergic and glutamatergic synapse in spinal dorsal horn[J]. Beijing Med, 2012, 34(8): 723-726

[29] 袁维秀, 郭英, 徐娟, 等. α1- 肾上腺素受体通过 GABAB 受体调控脊髓背角神经元谷氨酸能突触传递 [J]. 北京医学, 2013, 35(1): 18-21
Yuan Wei-xiu, Guo Ying, Xu Juan, et al. The role of α1-adrenoceptors on glutamatergic synapse via GABABreceptors in spinal dorsal horn[J]. Beijing Med, 2013, 35(1): 18-21

[30] 陈猛, 马勇. 哌唑嗪和去氧肾上腺素对大鼠肝星状细胞增殖和凋亡的作用[J]. 中国临床药理学与治疗学, 2011, 16(9): 981-985
Chen Meng, Ma Yong. Effects of prazosin and phenylephrine on the proliferation and apop-tosis of rat hepatic stellate cells[J]. Chin J Clin Pharmacol Ther, 2011, 16(9): 981-985

[31] 康小文, 蒋哲, 吴开明, 等. α1-AR 通过 ERK 途径诱导人胚肺成纤维细胞增殖[J]. 临床肺科杂志, 2015, 20(8): 1359-1361, 1364
Kang Xiao-wen, Jiang Zhe, Wu Kai-ming, et al. α1-AR induced proliferation on human embryo fibroblasts via an ERK pathway[J]. Journal of Clinical Pulmonary Medicine, 2015, 20 (8): 1359-1361, 1364

[32] 徐进, 许维雪, 梁含理, 等. α 肾上腺素对重症急性胰腺炎大鼠肺脏水调节能力的研究 [J]. 中国普外基础与临床杂志, 2016, 23(2): 167-171
Xu Jin, Xu Wei-xue, Liang Han-li, et al. Role of Alpha Adrenoceptor on Modulating Water in Lung of Severe Acute PancreatitisRat Model [J]. Chin J Bases Clin General Surg, 2016, 23(2): 167-171

[33] 徐甜, 李忠仁. 针刺调节细胞信号转导的研究及思考[J]. 针刺研究, 2011, 36(2): 150-154
Xu Tian, Li Zhong-ren. Progress of Studies on Effects of Acupuncture on Cellular Signal Transduction [J]. Acupuncture Research, 2011, 36 (2): 150-154

[34] 刘里远, 郝春杰, 樊景禹. 皮肤中儿茶酚胺类体液物质及毛囊与针刺效应的关系[J]. 北京师范大学学报, 1996, 32(4): 534-540
Liu Li-yuan, Hao Chun-jie, Fan Jing-yu. The catecholamine in skin and hair follicies are related ti the effect of acupuncture and the nature of meridian [J]. Journal of Beijing Normal University (Natural Science), 1996, 32(4): 534-540

[35] Li Jia, Wu Song, Hong Ya-qun, et al. Effects of electroacupuncture at "Nèiguān" (内关 PC 6) on the catecholamine neurotransmitters of rats with myocardialhypertrophy [J]. World Journal of Acupuncture-Moxibustion, 2011, 21(4): 32-36

[36] 刘里远, 彭安, 潘娟, 等. 交感神经敏感线与经络实质[J]. 中国针灸, 2001, 21(5): 285
Liu Li-yuan, Peng An, Pan Juan, et al. Sympathetic Nervous Sensitive Lines and Meridian Essence [J]. Chines Acuaundure&Moxibustion, 2001, 21(5): 285