

文章编号: 1005-0957 (2023) 03-0300-06

• 动物实验 •

电针对硫酸卡那霉素慢性损害后豚鼠听皮层葡萄糖代谢功能的影响

杨丽¹, 陈茜^{1,2}, 陈灵均¹, 杨烨³, 殷泽登¹

(1. 西南医科大学附属医院, 泸州 646000; 2. 四川绵阳四〇四医院, 绵阳 621000; 3. 西南医科大学, 泸州 646000)

【摘要】 目的 观察电针对硫酸卡那霉素慢性损害后豚鼠听皮层葡萄糖代谢的影响并探讨相关机制。**方法** 105 只成年豚鼠随机分为对照组、模型组和电针组。对照组每日颈背部皮下注射生理盐水($500\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), 连续 7 d; 模型组和电针组注射硫酸卡那霉素($500\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), 连续 7 d, 电针组在每次注射结束 30 min 后予电针翳风及听宫穴; 两组根据观察的时间不同, 分为第 1、第 7、第 14、第 28、第 56、第 70 和第 140 天 7 组。应用正电子发射断层显像(positron emission tomography, PET)/X 线计算机体层成像(computer tomography, CT)技术观察豚鼠听皮层葡萄糖代谢功能的变化规律, 酶化学法检测乳酸脱氢酶(lactate dehydrogenase, LDH)和琥珀酸脱氢酶(succinate dehydrogenase, SDH)活性。**结果** 与对照组比较, 模型组第 140 天组豚鼠听皮层与小脑标准摄取值(standard uptake value, SUV)最大值的比值的平均比值增大($P < 0.05$); 与模型组相比较, 电针组第 28 和第 56 天组豚鼠听皮层与小脑 SUV 最大值的比值的平均比值增大($P < 0.05$)。与对照组比较, 模型组第 1、第 14 和第 28 天组豚鼠听皮层 LDH 活性升高($P < 0.05$), 第 7、第 56、第 70、第 140 天组豚鼠听皮层 LDH 活性无明显变化($P > 0.05$); 与模型组比较, 电针组第 1、第 14 和第 28 天组豚鼠听皮层 LDH 活性降低($P < 0.05$)。与对照组比较, 模型组豚鼠听皮层 SDH 活性变化差异无统计学意义($P > 0.05$); 与模型组比较, 电针组第 7、第 14、第 28、第 56 天组豚鼠听皮层 SDH 活性升高($P < 0.05$)。**结论** 硫酸卡那霉素慢性损害后, 豚鼠听皮层葡萄糖代谢功能可发生重塑; 电针可能通过减弱 LDH 活性及增强 SDH 活性, 减少葡萄糖的无氧酵解, 增加有氧代谢, 提高葡萄糖代谢水平, 促进硫酸卡那霉素慢性损害后豚鼠听皮层葡萄糖代谢功能的重塑进程。

【关键词】 听皮层; 糖代谢; 耳毒性; 硫酸卡那霉素; 电针; 乳酸脱氢酶; 琥珀酸脱氢酶

【中图分类号】 R2-03 **【文献标志码】** A

DOI: 10.13460/j.issn.1005-0957.2023.03.0300

Impact of electroacupuncture on glucose metabolism in the auditory cortex of guinea pigs with chronic damage caused by Kanamycin sulfate YANG Li¹, CHEN Qian^{1,2}, CHEN Lingjun¹, YANG Ye³, YIN Zedeng¹. 1. The Affiliated Hospital of Southwest Medical University, Luzhou 646000, China; 2. Sichuan Mianyang 404 Hospital, Mianyang 621000, China; 3. Southwest Medical University, Luzhou 646000, China

[Abstract] Objective To observe the effect of electroacupuncture on glucose metabolism in the auditory cortex of guinea pigs with chronic damage caused by Kanamycin sulfate and discuss the relevant mechanism. **Method** A total of 105 adult guinea pigs were randomly allocated to a control group, a model group, and an electroacupuncture group. The control group received daily subcutaneous injections of normal saline on the neck and back for 7 d ($500\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). The model and electroacupuncture groups received an injection of Kanamycin sulfate for 7

基金项目: 泸州市科技局项目 (2012-S-37); 宜宾市卫生局项目 (201426)

作者简介: 杨丽 (1993—), 女, 2019 级硕士生

通信作者: 杨烨 (1972—), 女, 教授, Email: landao007@163.com;

殷泽登 (1973—), 男, 教授, 硕士生导师, 博士, Email: 877241861@qq.com

consecutive days ($500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Guinea pigs in the electroacupuncture group received electroacupuncture at Yifeng (TE17) and Tinggong (SI19) once a day 30 min after each injection. According to the observation time, the model and electroacupuncture groups were further divided into 7 groups, including 1 d, 7 d, 14 d, 28 d, 56 d, 70 d, and 140 d groups. The positron emission tomography/computer tomography (PET/CT) technique was used to observe the changes in glucose metabolism in the auditory cortex of guinea pigs, and enzyme chemistry was used to measure the activities of lactate dehydrogenase (LDH) and succinate dehydrogenase (SDH). **Result** Compared with the control group, the average ratio of the maximum standard uptake value (SUV) of the auditory cortex to the cerebellum of guinea pigs increased in the 140 d model group ($P < 0.05$); compared with the model group, the average ratio of the maximum SUV of the auditory cortex to the cerebellum increased in the 28 d and 56 d electroacupuncture groups ($P < 0.05$). Compared with the control group, the LDH activity in the auditory cortex of guinea pigs increased in the 1 d, 14 d, and 28 d model groups ($P < 0.05$), while the activity in the 7 d, 56 d, 70 d, 140 d model groups did not show significant changes ($P > 0.05$). Compared with the model group, the LDH activity in the guinea pig's auditory cortex decreased in the 1 d, 14 d, and 28 d electroacupuncture groups ($P < 0.05$). Compared with the control group, guinea pigs in the model group did not show significant differences in the SDH activity in the auditory cortex ($P > 0.05$); compared with the model group, the SDH activity in the auditory cortex of guinea pigs increased in the 7 d, 14 d, 28 d, and 56 d electroacupuncture groups ($P < 0.05$). **Conclusion** The glucose metabolism in the guinea pig's auditory cortex can reconstruct after Kanamycin sulfate-induced chronic damage; electroacupuncture may increase anaerobic glycolysis and glucose metabolism level by inhibiting LDH activity and strengthening SDH activity to boost the reconstruction of glucose metabolism in the guinea pig's auditory cortex after Kanamycin sulfate-induced chronic damage.

[Key words] Auditory cortex; Carbohydrate metabolism; Ototoxicity; Kanamycin sulfate; Electroacupuncture; Lactate dehydrogenase; Succinate dehydrogenase

听皮层是听觉通路中的最高级中枢^[1],具有可塑性,主要表现为听觉信号传导通路结构和功能的变化^[2]。氨基糖苷类抗生素因其价格低廉、抗菌谱广等特点而广泛应用于临床,卡那霉素目前仍广泛用于危及生命的细菌性感染的治疗,其对耳蜗和听觉中枢均有直接毒性作用,是研究耳毒性机制的常用药物。氨基糖苷类药物对耳蜗损伤机制方面已有深入研究^[3-5],然而对听觉中枢能量代谢影响的机制和时序性的研究尚缺乏。本实验拟采用正电子发射断层显像(positron emission tomography, PET)/X线计算机体层成像(computer tomography, CT)和酶化学法研究硫酸卡那霉素慢性损害后豚鼠听皮层葡萄糖代谢变化的时序性,以及探讨电针对葡萄糖代谢功能重塑的影响及机制。

1 材料与方法

1.1 实验动物及分组

选取无耳毒性药物使用史及噪声暴露史的杂色成年豚鼠(250~450 g,西南医科大学实验动物中心提供)105只,实验动物生产许可证号为SCXK(川)2018-

17,实验动物使用许可证号为SYXK(川)2018-065,动物实验伦理申请受理号为201703076。豚鼠饲养于西南医科大学实验动物中心。采用随机数字表法将豚鼠随机分为对照组(7只)、模型组(49只)和电针组(49只)。

1.2 主要试剂与仪器

硫酸卡那霉素注射液(四川太极制药有限公司, H41020038),乳酸脱氢酶(lactate dehydrogenase, LDH)试剂盒(南京建成生物工程研究所, A020-1),考马斯亮蓝蛋白质定量试剂盒(南京建成生物工程研究所, A045-2),琥珀酸脱氢酶(succinate dehydrogenase, SDH)试剂盒(南京建成生物工程研究所, A022),经穴治疗仪(四川恒明科技开发有限公司, HM6805-I型),MicroPET/CT(西门子公司, Inveon MM),可见分光光度计(上海菁华科技仪器有限公司, 722型)。

1.3 干预方法

1.3.1 对照组

豚鼠颈背部皮下注射生理盐水($500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$),连续7 d。

1.3.2 模型组

豚鼠颈背部皮下注射硫酸卡那霉素 ($500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), 连续 7 d^[4]。

1.3.3 电针组

豚鼠颈背部皮下注射硫酸卡那霉素 ($500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), 连续 7 d^[4], 每日注射结束 30 min 后, 将豚鼠进行固定, 参照《标准针灸经穴部位图谱》《实验动物解剖图谱》及《豚鼠针灸穴位图谱的研制》^[6], 穴位取听宫及翳风^[7-8], 直刺, 进针深度 4 mm, 连接 HM6805-I 型经穴治疗仪, 调整参数为疏密波, 频率 5/20 Hz, 强度 0.4~0.6 mA^[9], 以豚鼠不挣扎及嘶叫为度, 每日 15 min。共 7 d。

模型组和电针组根据注射结束后观察的时间不同, 分为第 1、第 7、第 14、第 28、第 56、第 70 和第 140 天 7 组 (每组 7 只)。

1.4 指标检测

因本实验模型建立、长时间饲养、PET/CT 检查麻醉等过程中有豚鼠死亡, 为了尽量减少因动物数量不同引起的误差, 每组最后随机选择了 6 只豚鼠做 PET/CT 检查, 每组随机选择了 4 只豚鼠做 LDH 和 SDH 活性检测。

1.4.1 PET/CT 检查

采用西门子 Micro PET/CT 检测听皮层葡萄糖代谢变化情况。禁饮食 8 h, 腹腔注射麻醉后, 测量豚鼠听皮层 ^{18}F -FDG 的标准摄入值 (standard uptake value, SUV) 最大值, 用豚鼠听皮层和小脑最大 SUV 值的比值对结果进行分析^[10-11]。

1.4.2 LDH 活性测定

豚鼠腹腔注射麻醉后迅速断头, 无菌条件下取出豚鼠完整的脑组织, 置于冰上, 迅速分离出双侧听皮层组织后放入离心管中, 立即储存于 -80°C 的超低温冰箱中备用。采用考马斯亮蓝法测定听皮层样本组织蛋白质浓度后, 按照 LDH 试剂盒说明书操作, 用可见分光

光度计测空白管、标准管、测定管、对照管吸光度 (OD 值), 依据公式计算听皮层 LDH 活性, LDH 活性 ($\text{U} \cdot \text{gprot}^{-1}$) = (测定 OD 值 - 对照 OD 值) / (标准 OD 值 - 空白 OD 值) $\times$ 标准品浓度 ($2 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$) / 匀浆蛋白浓度 ($\text{gprot} \cdot \text{mL}^{-1}$)。

1.4.3 SDH 活性测定

按照 SDH 试剂盒说明书操作, 用可见分光光度计依次测得 OD1 值 (10 s 时)、OD2 值 (70 s 时), 然后计算 ΔOD 值 ($\Delta \text{OD} = \text{OD1} - \text{OD2}$)。依据公式计算听皮层 SDH 的活性, SDH 活性 ($\text{U} \cdot \text{gprot}^{-1}$) = (ΔOD 值 / 0.01) / 反应时间 (1 min) / [取样量 (0.1 mL) $\times$ 待测样本蛋白浓度 ($\text{mgprot} \cdot \text{mL}^{-1}$)]。

1.5 统计学方法

采用 SPSS17.0 统计软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料比较采用均数 $\pm$ 标准差表示, 比较采用单因素方差分析, 方差齐性用 LSD 法检验; 重复测量资料比较采用重复测量方差分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

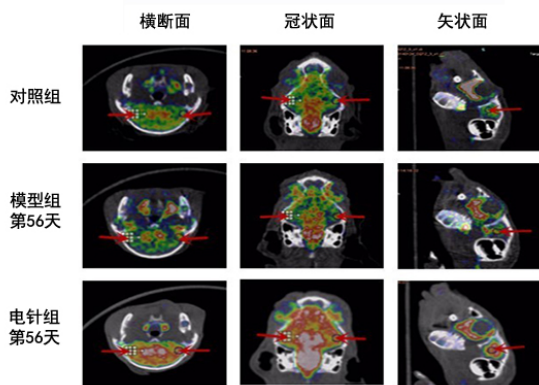
2.1 3 组听皮层葡萄糖代谢情况比较

3 组豚鼠听皮层与小脑 SUV 最大值比值见表 1, 3 组豚鼠听皮层糖代谢显像情况见图 1。与对照组比较, 模型组第 140 天组豚鼠听皮层与小脑 SUV 最大值的比值的平均比值增大 ($P < 0.05$); 与模型组相比较, 电针组第 28 和第 56 天组豚鼠听皮层与小脑 SUV 最大值的比值的平均比值增大 ($P < 0.05$)。重复测量方差分析示模型组与电针组豚鼠听皮层与小脑 SUV 最大值比值的时间效应显著 ($F = 8.999, P < 0.05$)、组别与时间的交互效应显著 ($F = 3.603, P < 0.05$), 模型组与电针组在第 28 及 56 天组豚鼠听皮层与小脑 SUV 最大值的比值差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)。详见表 1。

表 1 3 组听皮层与小脑 SUV 最大值比值比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	第 1 天	第 7 天	第 14 天	第 28 天	第 56 天	第 70 天	第 140 天
对照组	6	0.73 $\pm$ 0.04						
模型组	42	0.72 $\pm$ 0.04	0.72 $\pm$ 0.07	0.72 $\pm$ 0.03	0.75 $\pm$ 0.05	0.70 $\pm$ 0.04	0.78 $\pm$ 0.08	0.84 $\pm$ 0.04 ¹⁾
电针组	42	0.73 $\pm$ 0.02	0.69 $\pm$ 0.09	0.77 $\pm$ 0.04	0.83 $\pm$ 0.02 ²⁾	0.81 $\pm$ 0.06 ²⁾	0.76 $\pm$ 0.02	0.83 $\pm$ 0.03

注: 与对照组比较 ¹⁾ $P < 0.05$; 与模型组比较 ²⁾ $P < 0.05$ 。



注:箭头所指为听皮层。

图1 3组听皮层糖代谢显像

表2 3组听皮层 LDH 活性比较 ($\bar{x} \pm s$)

单位:U · mgprot⁻¹

组别	n	第 1 天	第 7 天	第 14 天	第 28 天	第 56 天	第 70 天	第 140 天
对照组	4	24.23±2.97						
模型组	28	52.61±8.55 ¹⁾	27.22±4.65	35.67±7.54 ¹⁾	56.73±11.84 ¹⁾	25.18±2.01	24.19±3.03	29.71±4.37
电针组	28	23.08±2.23 ²⁾	23.20±1.54	25.47±6.49 ²⁾	31.87±5.02 ²⁾	18.14±1.17	20.79±1.33	25.26±7.20

注:与对照组比较¹⁾ $P<0.05$;与模型组比较²⁾ $P<0.05$ 。

2.3 3组听皮层 SDH 活性比较

与对照组比较,模型组豚鼠听皮层 SDH 活性变化差异无统计学意义($P>0.05$);与模型组比较,电针组第 7、第 14、第 28、第 56 天豚鼠听皮层 SDH 活性升高($P<0.05$)。重复测量方差分析示模型组与电针组

2.2 3组听皮层 LDH 活性比较

与对照组比较,模型组第 1、第 14 和第 28 天豚鼠听皮层 LDH 活性升高($P<0.05$),第 7、第 56、第 70、第 140 天豚鼠听皮层 LDH 活性无明显变化($P>0.05$);与模型组比较,电针组第 1、第 14 和第 28 天豚鼠听皮层 LDH 活性降低($P<0.05$)。重复测量方差分析示模型组与电针组听皮层 LDH 活性的时间效应显著($F=1727.054, P<0.05$)、组别与时间点的交互效应显著($F=439.973, P<0.05$),模型组与电针组在第 1、第 14 及第 28 天豚鼠听皮层 LDH 活性比较差异具有统计学意义($P<0.05$)。详见表 2。

表3 3组听皮层 SDH 活性比较 ($\bar{x} \pm s$)

单位:U · mgprot⁻¹

组别	n	第 1 天	第 7 天	第 14 天	第 28 天	第 56 天	第 70 天	第 140 天
对照组	4	231.99±24.18						
模型组	28	261.42±43.37	177.48±37.07	256.54±8.76	179.80±72.28	236.51±65.68	270.81±1.20	235.65±33.27
电针组	28	225.55±7.99	315.42±51.29 ¹⁾	409.05±41.10 ¹⁾	320.86±11.27 ¹⁾	390.47±98.13 ¹⁾	246.88±30.41	236.36±78.32

注:与模型组比较¹⁾ $P<0.05$ 。

3 讨论

听皮层在结构和功能上均具有可塑性^[12-13]。能量代谢对脑功能的维持至关重要^[14-15],脑能量代谢的维持主要依赖于葡萄糖代谢产生的能量^[16]。研究^[17]发现在不对称听力损失中,听力损害较严重一侧的下丘葡萄糖代谢显著降低,同时,对侧初级听觉皮层的新陈代谢也降低,然而该研究还发现长时间的耳聋可减弱这种影响,这代表着皮层水平的重组,表明大脑具有可塑性。实验结果显示,同对照组比较,模型组第1、第7、第14和第56天豚鼠听皮层葡萄糖代谢有降低的趋势,第70和第140天豚鼠听皮层葡萄糖代谢却逐渐恢复,甚至明显高于对照组,这表明豚鼠听皮层葡萄糖代谢

听皮层 SDH 活性的时间效应显著($F=4.110, P<0.05$),组别与时间的交互效应显著($F=5.657, P<0.05$),进模型组与电针组在第 7、第 14、第 28 及第 56 天豚鼠听皮层 SDH 活性差异具有统计学意义($P<0.05$)。详见表 3。

功能在皮下注射硫酸卡那霉素第70天后出现重塑。课题组前期已经发现硫酸卡那霉素对蜗神经背侧核线粒体等超微结构有直接破坏作用,但超微结构逐渐恢复正常^[4],这从超微结构上证实硫酸卡那霉素可通过破坏线粒体等结构对听觉中枢能量代谢有明显的损害作用,能量代谢功能可随超微结构的重塑逐渐恢复常态。

LDH 可反映脑损伤情况和脑内能量代谢的变化,是细胞无氧代谢的标志性酶^[18-19]。实验发现,豚鼠听皮层 LDH 活性在注射硫酸卡那霉素后第 56、第 70 和第 140 天逐渐下降,且与对照组听皮层 LDH 活性相近,表明豚鼠听皮层 LDH 活性在第 56 天后恢复到正常水平,与葡萄糖代谢水平逐渐恢复正常的时程基本一致,这

说明豚鼠听皮层 LDH 活性可随着结构的重塑逐渐恢复正常。同时,听皮层 LDH 活性也可在一定程度上反映葡萄糖的代谢水平。

SDH 是有氧代谢的标志性酶,线粒体对维持细胞正常能量代谢有着重要作用,是细胞产生 ATP 的主要部位,SDH 活性降低可导致线粒体功能受损^[20-21]。实验结果显示,与对照组比较,注射硫酸卡那霉素后豚鼠听皮层 SDH 活性未见明显改变。这可能是由于受损线粒体的功能因其他正常线粒体功能代偿性增强而得到了补救,从而保证了听皮层的“稳态”状态,此外,这也可能与实验方法有关,将来可以利用蛋白组学技术进一步研究确定 SDH 在硫酸卡那霉素慢性损害后听皮层可塑性中的作用。

针刺可加快耳部血液循环^[22-24],同时电针还可增加脑细胞对葡萄糖的摄取^[25-28],改善听皮层葡萄糖代谢,促进听皮层结构和功能重塑。研究表明,电针可通过增加 SDH 的活性并且降低 LDH 的活性来改善细胞能量代谢^[25],改善卡那霉素所致豚鼠听力损失^[29]。同模型组比较,电针组第 1、第 14 和第 28 天组听皮层 LDH 活性明显降低,第 7、第 14、第 28 和第 56 天组听皮层 SDH 活性明显增加,这表明电针可以通过抑制听皮层无氧酵解并且增强有氧代谢来提高能量的利用效率,从而改善豚鼠听皮层能量代谢状态,促进硫酸卡那霉素慢性损害后豚鼠听皮层的功能重塑。

本研究主要采用分子影像学技术对硫酸卡那霉素慢性损害后豚鼠听皮层葡萄糖代谢功能的变化规律、电针的影响及机制进行了初步探讨。电针对硫酸卡那霉素慢性损害豚鼠听功能的影响的时序性与听觉中枢的结构和功能重塑的相互关系及信号转导机制在今后的实验中还有待进一步研究。

参考文献

[1] 兰家辉,李明,张剑宁. 耳鸣中枢机制的基础研究进展[J]. 中华耳科学杂志, 2018, 16(1): 102-106.

[2] LUNA A C, SILVA L A F, BARROZO T F, *et al.* Neuronal plasticity of the auditory pathway in children with speech sound disorder: a study of long-latency auditory evoked potentials[J]. *Codas*, 2021, 33(4): e20200145.

[3] KONG W J, YIN Z D, FAN G R, *et al.* Time sequence of auditory nerve and spiral ganglion cell degeneration

following chronic kanamycin-induced deafness in the guinea pig[J]. *Brain Res*, 2010, 1331:28-38.

[4] KONG W J, YIN Z D, FAN G R, *et al.* Time course of neuronal and synaptic plasticity in dorsal cochlear nucleus of guinea pig following chronic kanamycin-induced deafness[J]. *Brain Res*, 2010, 1328:118-129.

[5] 卢伟,卫玲燕,任延鑫,等. 葛根素对卡那霉素耳中毒小鼠耳蜗 Calpain1 活性的影响[J]. 中国老年学杂志, 2021, 41(23): 5291-5293.

[6] 李蓉蓉,华兴邦,周浩良,等. 豚鼠针灸穴位图谱的研制[J]. 上海针灸杂志, 1992, 11(2): 28-30.

[7] 纪琨. 针灸治疗耳鸣临床选穴述评[J]. 中医外治杂志, 2020, 29(4): 74-75.

[8] ALBUQUERQUE A A, ROSSATO M, OLIVEIRA J A, *et al.* Understanding the anatomy of ears from guinea pigs and rats and its use in basic otologic research[J]. *Braz J Otorhinolaryngol*, 2009, 75(1): 43-49.

[9] 李君梅,殷泽登,谢仕津,等. 电针耳穴对年龄相关性聋豚鼠耳蜗核、下丘和听皮层超氧化物歧化酶活性的影响[J]. 中国老年学杂志, 2013, 33(22): 5608-5610.

[10] 涂厚义,陈茜,刘淑云,等. 电针听宫和翳风穴对豚鼠听皮层糖代谢及 IGF-1 表达的影响[J]. 听力学及言语疾病杂志, 2015, 23(3): 280-283.

[11] 单保慈. PET 脑成像的原理、数据处理和应用进展[J]. 中国科学:物理学 力学 天文学, 2021, 51(9): 76-88.

[12] PACIELLO F, PODDA M V, ROLES R, *et al.* Anodal transcranial direct current stimulation affects auditory cortex plasticity in normal-hearing and noise-exposed rats[J]. *Brain Stimul*, 2018, 11(5): 1008-1023.

[13] LEE M Y, KIM D H, PARK S K, *et al.* Disappearance of contralateral dominant neural activity of auditory cortex after single-sided deafness in adult rats[J]. *Neurosci Lett*, 2017, 657:171-178.

[14] 刘浩,姜婧,史术峰,等. “通督启神”针法治疗阿尔茨海默病的动物实验研究进展[J]. 针灸临床杂志, 2021, 37(1): 92-97.

[15] 张敏,宋伦. 脑能量代谢:星形胶质细胞-神经元耦合[J]. 生物技术通讯, 2020, 31(4): 473-477.

[16] 陈雪飞,王秀芳,王银华,等. 限制性输血对神经外科老年手术患者脑能量代谢、细胞因子及认知功能的影响[J]. 川北医学院学报, 2021, 36(5): 648-651.

- [17] SPECK I, ARNDT S, THUROW J, *et al.* 18F-FDG PET imaging of the inferior colliculus in asymmetric hearing loss[J]. *J Nucl Med*, 2020, 61 (3): 418-422.
- [18] 周亚琼, 厉航. 颅脑损伤术后患者脑脊液乳酸脱氢酶的改变对脑组织损伤的评估价值[J]. *中国乡村医药*, 2021, 28 (12): 12-13.
- [19] 马彬. 减脂类运动营养补剂对运动爱好者抗疲劳和血脂水平的影响[J]. *食品安全质量检测学报*, 2020, 11 (23): 9052-9056.
- [20] 李莉, 柳梦琪, 胡佩莹, 等. 大通牦牛胎盘与胎儿组织线粒体 SDH 基因分析[J]. *畜牧兽医学报*, 2016, 47 (2): 284-289.
- [21] 刘海萍, 辛晓蓉. 黄芪复方对急性低压低氧大鼠视网膜线粒体损伤的保护作用[J]. *眼科新进展*, 2020, 40 (2): 110-114.
- [22] 王东岩, 杨慧楠. 不同波形电针治疗突发性耳聋的疗效观察[J]. *针灸临床杂志*, 2017, 33 (1): 24-27.
- [23] 张丽文, 王志峰, 李平平. 灵龟八法针刺治疗突发性耳聋的疗效观察及其对听力水平、血液流变学的影响[J]. *上海针灸杂志*, 2022, 41 (3): 274-278.
- [24] 刘浩鑫, 王龙, 彭青青, 等. 针刺配合通窍活血汤治疗突发性耳聋对其听力水平及凝血功能的影响[J]. *医学信息*, 2022, 35 (4): 168-170.
- [25] 刘建民, 吕景芳, 王华, 等. “标本配穴”电针法对老年阳虚证模型大鼠肝脏能量代谢的影响[J]. *湖北中医药大学学报*, 2016, 18 (5): 1-4.
- [26] 余琴华, 于涛, 徐建永, 等. 电针对脑缺血再灌注大鼠内质网应激关键因子GRP-78、Caspase-12表达的影响[J]. *中国中西医结合杂志*, 2018, 38 (5): 579-585.
- [27] 卓沛元, 柳维林, 吴洁, 等. 电针百会穴对APP/PS1双转基因痴呆模型小鼠18F-FDGPET/CT成像及学习记忆的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2016, 31 (10): 1050-1054.
- [28] 曹瑾, 唐银杉, 李昱颖, 等. “通督启神”法电针治疗对APP/PS1双转基因小鼠脑葡萄糖代谢和学习记忆能力的影响[J]. *中华中医药杂志*, 2016, 31 (5): 1983-1987.
- [29] 方剑乔, 刘元亮, 宋如垓, 等. 电针对豚鼠卡那霉素中毒性耳聋的治疗作用[J]. *中国中西医结合杂志*, 1997, 17 (S1): 181-182, 297-298.

收稿日期 2022-06-22



《上海针灸杂志》网站简介

《上海针灸杂志》谨守继承和发扬针灸医学的宗旨, 以其丰富的内容, 融学术、技术、普及为一体的特点, 已成为广大从事临床、教学和科研的各级医技人员以及针灸医学爱好者的良师益友。

为适应市场需要, 促进针灸事业的发展, 凭借期刊这一媒体所具有的社会影响力和学术辐射力, 加强针灸领域间的交流与合作已成为大势所趋。《上海针灸杂志》开通了微信公众号(上海针灸杂志), 更好更快地为广大作者和读者提供服务。