

研究论文

基于非线性Wigner-Ville分析的多通道局部场电位 θ 和 γ 同步振荡对大鼠工作记忆事件的编码

胡晓曼¹, 白文文¹, 田心^{1,2}

1. 天津医科大学生物医学工程系, 天津 300070;
2. 天津市神经病学研究所, 天津 300052

摘要:

基于非线性Wigner-Ville distribution(WVD)方法, 对大鼠在工作记忆过程中前额叶皮层多通道局部场电位(local field potentials, LFPs)进行相位同步分析, 研究LFPs与工作记忆有关的 θ 及 γ 频段的同步振荡模式及其对工作记忆事件的编码。实验数据为大鼠在工作记忆过程中前额叶皮层的16通道LFPs, 应用带通滤波提取每个通道LFPs的 θ 与 γ 频段, 应用Hilbert变换分别提取其相位, 选取平均放电频率最高的通道作为参考通道。取计算窗口为50 ms, 移动窗口步长为12.5 ms, 从初始窗口开始, 计算每个窗口中各通道LFP的 θ 与 γ 频段的相位序列对参考通道相位序列的非线性WVD项, 然后计算每个窗口中各通道LFP的 θ 与 γ 频段的相位序列的线性WVD项, 分别获得这两个频段同步振荡的时空分布模式。结果显示, 在工作记忆事件发生过程中, LFPs的 θ 和 γ 频段相位的非线性WVD项出现同步振荡, LFPs的 θ 频段相位的线性WVD项出现同步振荡而 γ 频段相位的线性WVD项未出现同步振荡。表明多通道LFPs的 θ 和 γ 频段相位的非线性WVD项能有效地编码工作记忆事件, LFPs相位的线性WVD项只能在 θ 频段编码工作记忆事件, 在 γ 频段不能编码工作记忆事件。

关键词: 多通道局部场电位 非线性WVD项 θ/γ 同步振荡 大鼠 工作记忆事件 编码

Working Memory Event Encoding by Theta and Gamma Oscillation of Multi-Channel Local Field Potentials in Rat Based on Wigner-Ville Distribution

HU Xiaoman¹, BAI Wenwen¹, TIAN Xin^{1,2}

1. Department of Biomedical Engineering, Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China;
2. Institute of Neurology, Tianjin 300052, China

Abstract:

This work studied phase synchronous oscillation modes and encoding for working memory event in θ and γ bands of multi-channel LFPs based on Wigner-Ville distribution (WVD). Experimental data were 16-channel LFPs acquired from prefrontal cortex of rats during working memory task related to the event 0~ 7 s. Band-pass filtering was applied to obtain LFPs' θ and γ bands and then Hilbert transform was used to extract the phase sequences of θ and γ bands. After choosing the reference channel which had the medium average firing rate, the WVD was used to calculate in each window between channel phase sequence of LFPs' θ and γ bands and reference channel phase sequence over a sliding 50 ms multi-taper window, with 12.5 ms overlapping. Then the nonlinear terms of LFPs' θ and γ bands were obtained. The WVD was also used to calculate phase sequence of LFPs' θ and γ bands in each window to obtain linear terms of LFPs' θ and γ bands. The results showed that obvious synchronous oscillation existed in the nonlinear WVD terms of LFPs' θ and γ bands, and synchronous oscillation existed in the linear WVD terms of LFPs' θ band while the γ band did not exist during the working memory. The results suggested that the nonlinear terms of LFPs' θ and γ bands encoded working memory event effectively, while the linear terms only encoded working memory event on θ band.

Keywords: Local field potential Wigner-Ville distribution nonlinear terms θ/γ synchronous oscillation Rat Working memory event Coding

收稿日期 2010-10-21 **修回日期** 2011-03-01 **网络版发布日期**

DOI: 10.3724/SP.J.1260.2011.00453

基金项目:

国家自然科学基金项目(61074131), 高等学校博士学科点专项科研基金(20101202110007)

通讯作者: 田心, 电话: (022)23542726, E-mail: tianx@tjmu.edu.cn

作者简介:

作者Email: tianx@tjmu.edu.cn

扩展功能

本文信息

- Supporting info
- PDF(773KB)
- [HTML全文]
- 参考文献[PDF]
- 参考文献

服务与反馈

- 把本文推荐给朋友
- 加入我的书架
- 加入引用管理器
- 引用本文
- Email Alert
- 文章反馈
- 浏览反馈信息

本文关键词相关文章

- 多通道局部场电位
- 非线性WVD项
- θ/γ 同步振荡
- 大鼠
- 工作记忆事件
- 编码

本文作者相关文章

PubMed

参考文献:

1. Logothetis NK, Kayser C, Oeltermann A. In vivo measurement of cortical impedance spectrum in monkeys. *Neuron*, 2007, 55(5): 684~686
2. David R, Sean MM, Alexander T, Pavel ER, Bruce LM. Cannabinoids reveal importance of spike timing coordination in hippocampal function. *Nat Neurosci*, 2006, 9: 1526~1533
3. Daria O, Atsuko T, Robert O, Guillén F. Theta and gamma oscillations predict encoding and retrieval of declarative memory. *J Neurosci*, 2006, 26(28): 7523~7531
4. Axmacher N, Mormann F, Fernandez G, Elger CE, Fell J. Memory formation by neuronal synchronization. *Brain Res*, 2006, 52: 170~182
5. Mao Y, Ma MF, Tian X. Phase synchronization analysis of theta-band of local field potentials in the anterior cingulate cortex of rats under fear conditioning. *IEEE Intell In Technol Appl*, 2008, 11: 737~741
6. Martin W, Flandrin P. Wigner-Ville spectral analysis of nonstationary processes. *IEEE Sig Proc Soc*, 2003, 33: 1461~1470
7. Pei SC, Yeh MH. Discrete fractional Hilbert transform. *IEEE Trans Circ Sys*, 2000, 47(11): 1307~1311
8. Leland BJ. Digital filters and signal processing. Fifth printing. Norwell, MA: Kluwer, 1989. 462~469
9. Toshiyuki H, Yasushi M. Dynamically modulated spike correlation in monkey inferior temporal cortex depending on the feature configuration within a whole object. *J Neurosci*, 2005, 25(44): 10299~10307

本刊中的类似文章

1. 冯德修,沈灼贤.鸣鸣蝉(*Oncotympana maculaticollis* Motschulsk)自鸣声信息及其频谱的双倍频特征[J]. *生物物理学报*, 1992,8(3): 463-469
2. 袁惠品,刘锦荣.体外培养新生大鼠皮层神经细胞的形态及电学特性的演变[J]. *生物物理学报*, 1993,9(3): 442-446
3. 刘纛,张锦珠.细胞电穿孔动态过程的荧光测量[J]. *生物物理学报*, 1994,10(2): 225-232
4. 吴梅英,马重光,彭连惠,田丽娟,杜连芳,张少吾.复眼透镜光学信息保密编码及译码的研究——I.昆虫复眼成像特性及编、译码技术原理[J]. *生物物理学报*, 1991,7(2): 146-151
5. 王仁华,夏德瑜,付前杰.外周听觉系统的计算模型[J]. *生物物理学报*, 1991,7(4): 436-441
6. 张川里.电刺激和低镁引起的大鼠内嗅皮层游离钙和钾离子浓度的动态变化[J]. *生物物理学报*, 1994,10(3): 399-404
7. 苏宁,李莉,张立明,李兆平.初级视觉的小波表征及其图象压缩效果[J]. *生物物理学报*, 1997,13(1): 62-70
8. 何加强,屈金河,郑永芳,王晓芳.SHRsp内脏阻力血管平滑肌钙通道动力学特征[J]. *生物物理学报*, 1998,14(3): 418-428
9. 阮迪云.2,5-己二酮对大鼠视束纤维和视上丘细胞电生理特性的影响[J]. *生物物理学报*, 1996,12(2): 273-280
10. 丁劲,徐杏珍,李朝义.大鼠离体视皮层神经元短时程时间整合特性的研究[J]. *生物物理学报*, 1998,14(3): 478-484
11. 郭爱克.自涌动态神经元集群-脑的时空编码新概念[J]. *生物物理学报*, 1997,13(4): 695-701
12. 王志宏,吴新年,齐翔林,汪云九.基于视差敏感复杂细胞的聚散式眼动的生理模型[J]. *生物物理学报*, 1999,15(1): 74-78
13. 吴彦卓,贾宇峰,郭鹁,郑振兴.电磁脉冲对大鼠学习和脑内神经递质的影响[J]. *生物物理学报*, 1999,15(1): 152-157
14. 龙开平,胡三觉,菅忠,段玉斌,徐晖.损伤神经元自发放电的整数倍节律及其动力学机制[J]. *生物物理学报*, 2000,16(2): 250-258
15. 杨谦,齐翔林,汪云九.视觉皮层复杂细胞时空编码特性[J]. *生物物理学报*, 2000,16(2): 280-287
16. 王宝明.非热微波和方位对水迷宫大鼠空间认知的影响[J]. *生物物理学报*, 2000,16(2): 413-420
17. 严民军,齐翔林,汪云九.虹膜识别中的一种神经算法的研究[J]. *生物物理学报*, 2000,16(4): 711-717
18. 陈惟昌,陈志华,陈志义,王自强,邱红霞.遗传密码和DNA序列的高维空间数字编码[J]. *生物物理学报*, 2000,16(4): 760-768
19. 李宏,罗辽复.大肠杆菌编码区碱基片段的分析研究[J]. *生物物理学报*, 2001,17(1): 167-173
20. 葛少宇,阮迪云,徐耀忠,孟晓梅,汪铭,陈聚涛.谷氨酸对海马CA1区锥体细胞A-电流特性的影响[J]. *生物物理学报*, 2001,17(2): 283-288
21. 甄娟,陈聚涛,阮迪云,汪铭,孟晓梅,徐牧,徐耀忠.低铅暴露对大鼠海马突触可塑性范围的影响[J]. *生物物理学报*, 2001,17(2): 363-370
22. 张颖,李宏,吕军,罗辽复.Yeast基因组编码区特征参数的研究[J]. *生物物理学报*, 2001,17(3): 535-541
23. 陈惟昌,陈志义,陈志华,王自强,邱红霞.DNA序列高维空间数字编码的运算法则[J]. *生物物理学报*, 2001,17(3): 542-549
24. 胡亚萍,宋关斌,刘建栋,吕火祥,许立,蔡绍哲.*S.aureus*对PMN粘弹性和细胞骨架影响的研究[J]. *生物物理学报*, 2001,17(3): 561-567

25. 陈惟昌,王自强,陈志华,安荣姝.神经信息学的原理与展望[J].生物物理学报,2001,17(4):613-620
26. 唐孝威,吴义根,单保慈,曾海宁.神经元簇的层次性联合编码假设[J].生物物理学报,2001,17(4):806-808
27. 汪铭,朱大森,余加其,阮迪云.发育期铅、铝共同暴露与单独铝暴露引起的大鼠海马突触可塑性损伤的差异[J].生物物理学报,2004,20(6):445-452
28. 陈双平,郑浩然,宁岩,王煦法.一种新的蛋白质结构编码方法及其应用[J].生物物理学报,2005,21(2):114-120
29. 杜正清,孟紫强.二氧化硫衍生物对大鼠背根神经元瞬间外向钾电流和延迟整流钾电流的影响[J].生物物理学报,2006,22(1):19-26
30. 吴俊芳,王文挺,魏晓菲,韩丹.电刺激诱导大鼠海马癫痫电网络神经信息分析[J].生物物理学报,2006,22(4):259-267
31. 李华,应晓敏,查磊,李伍举.基于k-tuple组合的酵母ncRNA与mRNA的比较研究[J].生物物理学报,2006,22(2):110-116
32. 张振慧,王正华,王勇献.利用分组重量编码预测细胞凋亡蛋白的亚细胞定位[J].生物物理学报,2006,22(4):275-282
33. 张宏,莫珏,童勤业.海豚的神经系统是如何利用声波定方向的?[J].生物物理学报,2007,23(6):455-462
34. 李婷婷,蒋博,汪小我,张学工.转录因子结合位点的计算分析方法[J].生物物理学报,2008,24(5):334-347
35. 柳玉倩 赵凌云 洪波.大鼠下丘神经元对重复刺激适应性的时频表征[J].生物物理学报,2009,25(3):209-218
36. 刘建国,刘建荣,刘明,闫蓬勃.基于进化信息改进蛋白质定点突变稳定性预测准确率[J].生物物理学报,2009,25(5):343-348
37. 杨文静 李奕 李葆明 田心.多通道局部场电位时变频谱的同步模式及其对行为事件的编码[J].生物物理学报,2010,26(3):225-233
38. 田登科 胡送友 凌霜 陈刚领 李亚娟 唐宁 刘俊 卞卡.阿托伐他汀对高血压肾脏并发症炎症损伤的治疗作用[J].生物物理学报,2010,26(4):309-315
39. 张海涛 曾强 阴正勤 王一 何士刚 .RCS大鼠视网膜变性过程中二级神经元形态学变化的研究[J].生物物理学报,2010,26(5):389-396
40. 王一男 唐永强 潘璟玮 林龙年.大鼠多通道在体记录[J].生物物理学报,2010,26(5):397-405
41. 李建国,乔健天,高天明.氧化还原对成年大鼠海马CA1区锥体神经元外向整流氯通道的调控作用[J].生物物理学报,2011,27(3):195-202

文章评论

反 馈 人	<input type="text"/>	邮箱地址	<input type="text"/>
反 馈 标 题	<input type="text"/>	验证码	<input type="text"/> 3796