解脱波EML中条件性运动反应成分的排除及V波与C波的区别*

魏景汉　　丁汇亚

（中国科学院心理研究所，北京）　（北京师范大学心理系，北京）

关键词　关联负变化、解脱波、事件相关电位、时间常数

我们曾改变 CNV (Contingent negative variation, 关联负变化) 模式，在无运动二级 CNV 后提取到了一种事件相关电位，并证明它是不含运动反应成分和诱发电位外源性成分的心理波，它与心理负荷的解脱相关，称为解脱波 EML (Extrication from mental load)[1]. 在该类实验中，被试者进行无运动二级 CNV 实验前，先进行了一项含有运动反应的普通 CNV 实验. 前后两项实验的警告信号 S_1 相同，前项实验的命令信号 S_2 与后项实验的第二个警告信号 S_2 也相同。这样，根据条件反射的基本概念，前项实验的 S_1 和 S_2 皆有可能被条件化并迁移到后项实验中来，使二级 CNV，一级 CNV 和解脱波 EML 皆可能含有条件性运动反应成分，从而有理由对 EML 只与心理因素相关的结论提出怀疑. 为此，有必要以实验验证无运动二级 CNV，一级 CNV 和 EML 波中是否含有条件性运动反应成分.

一、实验方法

被试者为 24 名大学生，年龄 19—23 岁，男女各半，身体健康，皆右利手，首次接触事件相关电位实验. 脑电波记录方法、排除伪迹程序、诱发电位叠加程序及实验装置同以前实验[1-3].

1. 普通 CNV 实验　警告信号 S_1 为 800Hz，45dB (HL) 纯音，持续 24ms，命令信号 S_2 为 1000Hz，45dB(HL) 连续纯音. 皆以耳塞机双耳给出. S_1 与 S_2 间隔 1.5s. 要求被试者听到 S_1 时作好按键准备，听到 S_2 时尽快按动电键，按键即将 S_2 切断，一次实验即告完成. 相邻二次实验之间隔为 2—6s 随机. 实验前向被试者说明该项实验欲测其反应时，作为判断其智力的依据，并与其他同学进行比较，以使被试者在完成上述操作时更为紧张、努力. 先练习 15 次左右，待被试者可正确熟练操作时正式开始实验，记录 30 次.

2. 无运动二级 CNV 实验　S_1 和 S_2 及其间隔同上，仅 S_2 持续时间固定为 200ms，并在 S_2 后 1.7s 随机呈现 S_{02}，S_{02} 为波宽 100μs，强度 18dB 之短声 (click). 要求被试者不按电键，以排除 CNV 中的运动因素，但要求被试者注意判断 S_{02} 是否出现，待实验结束时向主试者报告所听到的 S_{02} 总次数. 由于 S_{02} 声音很轻，被试者需十分注意才可能听到. 实验前向被试者说明该项实验欲测验其辨别能力，作为判断其智力的又一依据，并与其他同学进行比较，以使被试者在完成任务时更为紧张努力. 正式实验前先练习 15 次左右，并指导被试者善于运用 S_1，S_2，S_{02} 间的固定时间关系，将 S_1，S_2 作为 S_{02} 可能出现的警告信号，以提高辨别准确性. 正式实

本文 1987 年 4 月 1 日收到. 1988 年 1 月 14 日收到修改稿.

* 国家自然科学基金资助项目.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

验记录 50 次，其中 S_{02} 呈现者与不呈现者各 25 次，顺序随机，以使被试者不可猜知 S_{02} 是否将会出现而保持其注意力的高度集中。待叠加时，将 S_{02} 呈现时与不呈现时的诱发电位分别叠加。

实验结束时向被试者进行问卷。询问其注意力是否集中及紧张程度等主观体验。

将被试者分为 A，B 二组，每组 12 名，男女各半。A 组实验顺序如上所述，B 组则先做第 2 项实验，后做第 1 项实验。

本实验室过去以 13s 时间常数记录 3.2s CNV，提出了 CNV 后形成 C 波之概念，后来以直流放大系统记录各种 CNV，提出了 CNV 后形成 V 波之概念。C 波与 V 波的极性和波形皆不相同，但均系 CNV 后之产物，其差异究竟仅因时间常数不同所致，还是尚存在其它未知因素，应予研究。为此，本工作将 24 名被试者实时记录于磁带上的脑电波(低端频率响应为 0Hz)，以改为 13s 时间常数的同一放大器放大一次，但保持系统放大倍数不变，其他数据处理程序不变，以观察时间常数 13s 对 CNV 波形的影响。

二、实验结果与讨论

1. 条件性运动反应成分的排除 图 1 为本实验所得各种 CNV 的总平均图。表 1 是 A，B 两组间各种 CNV 和 EML 波各项参数的比较及统计学 t 检测结果，其中的 CNV 系由普通 CNV 实验所得，一级 CNV 是指无运动二级 CNV 实验中 S_1 与 S_2 之间的 CNV，二级 CNV 是指该实验中 S_2 与 S_{02} 之间的 CNV。B 组被试者先做无运动二级 CNV 实验，其一级 CNV，二级 CNV 和 EML 波中不可能含有条件性运动反应成分。表中数据表明 A，B 两组间普通 CNV，一级 CNV，二级 CNV 和 EML 波的各项参数皆无显著差异。因此，这一实验结果表明，A 组无运动二级 CNV 实验的各种 CNV 和 EML 波中不含条件性运动

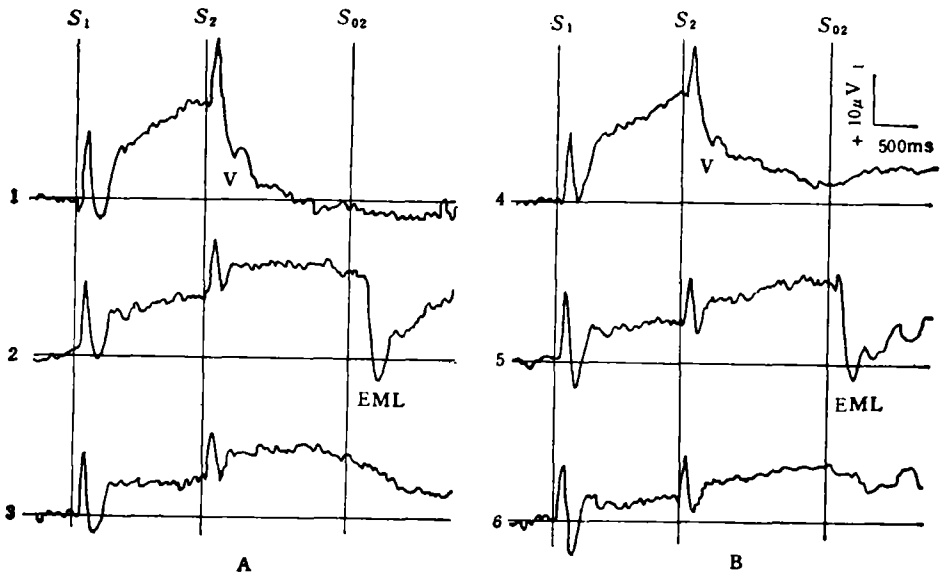

图 1 CNV，一级 CNV，二级 CNV 总平均图

左为 A 组，右为 B 组。1，4：普通 CNV；2，5：无运动二级 CNV，S_{02} 呈现；3，6：无运动二级 CNV，S_{02} 未呈现。纵线表示刺激呈现时刻，横线为基线。12 名被试者总平均，每名被试者诱发电位迭加 16 次

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　实验顺序不同时各种 CNV 及解脱波参数之比较*

	普通 CNV (μV)	一级 CNV (μV)	二级 CNV (μV)	解脱波 EML			
				始降时 (ms)	潜伏期 (ms)	波幅绝对值 (μV)	陡度 (μV/ms)
A 组	10.1±3.8	6.1±5.2	13.9±7.0	194.2±32.7	357.1±67.3	8.9±11.2	0.184±0.077
B 组	12.2±5.6	4.0±3.2	10.3±5.1	176.3±26.0	328.8±51.8	6.4±10.1	0.194±0.087
P 值	>0.2	>0.2	>0.05	>0.1	>0.2	>0.5	>0.5

* 表内数值为均数±标准差.

反应成分，亦即证明含有运动反应的普通CNV实验未使其后所进行的实验产生的一级 CNV，二级 CNV 和 EML 波掺入条件性运动反应成分. 以前的研究[1-3]已证明 EML 波既不含运动反应成分，也不含诱发电位外源性成分，本工作则进一步证明了解脱波 EML 尚是一个不含条件性运动成分的纯心理脑电波. 至于条件性作用不能在本实验中得到表现的原因，可能是由于成年人的第二信号系统在支配与改变自身行为中起着主导作用: A组被试者在无运动二级 CNV 实验中不运动而辨别的有意识的努力消除了前项普通 CNV 实验中可能形成的条件反射作用. 在表 1 中，两组间二级 CNV 差异虽也未达显著水平，但较其它波或参数为弱 (>0.05)，该现象产生的原理尚待研究.

根据目前得到的实验结果，证明 LPC (Late positive complex, 后正复合体，原称 P300 或 P3) 和 CNV 是不相关的[4,5]，EML 波系由 CNV 直接发展而来，则无由认为 EML 波属于 LPC 之成员.

2. 时间常数对 CNV 波形的影响及 V 波与 C 波的由来　众所周知，非直流放大会使脑电慢波产生一定畸变，但因直流放大难以减小直流漂移等技术困难，且一般认为时间常数相对于 CNV 时程为足够大时则对 CNV 影响不大，在同一实验序列中采用同一时间常数一般不影响相对数据，故目前不少实验室仍采用非直接耦合放大器放大 CNV. 如 Rohrbaugh 等，Sanquist 等以 12s 时间常数记录 4s CNV[6,7]，Wilkinson 等以 0.8s 时间常数记录 1s CNV[8]，Waszak 等以 1.35s 时间常数记录 1s CNV[9]. 为了阐明V波与C波及 EML 波的关系，并有助于理解其他实验室因所采用的时间常数不同而给 CNV 带来的影响程度，本工作特就 13s 时间常数与直流放大结果进行了比较. 结果如图 2 所示. 该图系由 24 名被试者的各

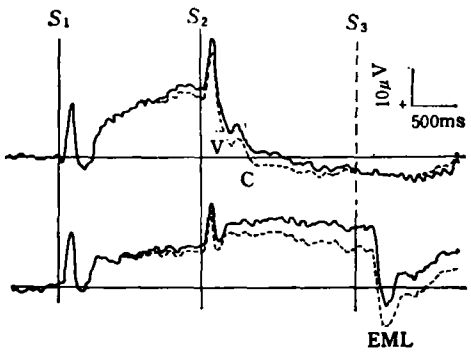

图 2　时间常数对波形的影响
—DC; ···13S

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表2 EML波与V波之比较*

	始降时 (ms)	潜伏期 (ms)	波幅绝对值 (μV)	陡度 (μV/ms)
EML 波	175.2±28.7	332.9±58.8	7.6±10.5	0.189±0.080
V 波	109.0±21.0	298.3±85.5	−5.9±9.3	0.154±0.066
差异%	60.4	18.6	192.7	34.9
P 值	<0.001	<0.05	<0.001	<0.05

* 表内数值为均数±标准差.

种 CNV 分别经总平均而成. 可以看出，13s 时间常数使波形发生了下倾，使C波由负性变成了正性，解脱波 EML 下降，其波幅绝对值(基线与波峰间之幅度)增加，但其极性不变，波形基本不变. 本实验室过去在采用 13s 时间常数时，由于C波与 EML 波都是命令信号后的第一个正波，它们表面相似，分析其差异性从而得出其差异显著的结论比较可靠，故以 EML 波与C波进行比较. 当本实验室改用直流放大后，发现C波已失去了正极性，此时C波与V波皆与 EML 波极性不同，但只有V波与 EML 波同为命令信号后 CNV 翻转形成的第一个波，此时V波比C波在表面上更接近 EML 波，分析其差异性从而得出其差异显著的结论更为可靠，故以 EML 波与V波进行比较. 表2是本实验24名被试者 EML 波与V波各项参数比较的结果，其间差异经统计学 t 检测皆达显著水平，与以前所得实验结果[1,2]一致.

致谢: 梁红同志参加数据处理工作.

参 考 文 献

[1] 魏景汉、尔朱光，中国科学，B 辑，1986，7: 734—739.
[2] 魏景汉、郑连兴，心理学报，18(1986)，3: 295—302.
[3] Wei Jinghan and Zheng Lianxing, *Intern. J. Neuroscience*, 32(1987), 3—4: 747—756.
[4] Donchin, E., Tueting, P. et al., *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 38(1975), 5: 449—461.
[5] Woods, D. L., Courchesne, E. et al., *ibid.*, 50(1980), 4: 335—347.
[6] Rohrbaugh, J. W. & Syndulko, K., *Science*, 191(1976), 1055—1057.
[7] Sanquist, T. F., Beatry, J. T. et al., *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 51(1981), 7: 639—649.
[8] Wilkinson, R. T. & Spence, M. T., *ibid.*, 35(1973), 6: 503—509.
[9] Waszak, M. & Obrist, W. D., *ibid.*, 27(1969), 2: 113—120.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net