

# 关于CNV是复合波的直接证明<sup>\*1)</sup>

魏景汉 范思陆

中国科学院心理研究所, 北京

## 摘 要

本工作以青年为被试者, 包括三项实验: 普通CNV, 无运动CNV和半机率CNV。观察到: (1)普通CNV的晚成分和全波大于无运动CNV, 其全波相减所得之差波即为CNV中的纯心源性意动成分, 它应该认为是以复合波形式存在于CNV中的运动预备电位。(2)半机率CNV的早成分和全波大于普通CNV。(3)半机率CNV的早成分、晚成分和全波皆大于无运动CNV。这些结果证明, CNV中包含着运动预备电位, 从而为CNV是复合波的新概念提供了新的直接的证据。

目前已普遍认为伴随性负变化(Contingent negative variation, CNV)与多种心理因素相关<sup>[1,2]</sup>, 近年又有人提出了CNV是复合波的新概念<sup>[3]</sup>, 但后者缺乏直接的实验证据。另一方面, 目前在事件相关电位(Event-Related Potentials, ERP)研究中所发现的与心理活动相关的脑电波往往含有物理性或生理性成分而非纯心源性脑电波。本实验拟采用不同的CNV实验模式, 从CNV中提取出独立的只与心理因素相关的纯心源性脑电波, 从而证明关于CNV是复合波之观点。

## 一、实 验 方 法

被试者为14名大学生, 年龄19-22岁, 男女各半, 身体健康, 皆首次做事件相关电位实验被试者。

实验在半隔音的安静实验室内进行。被试者双耳插入耳塞机, 静坐在沙发上, 沙发扶手上固定一只电键, 供被试者用右手按动。脑电电极为Ag/AgCl凹盘电极, 直径10mm。电极安放位置: 有效电极位于颅顶(Vertex), 参考电极位于双侧乳突(Mastoid), 接地电极位于前额正中发际下5mm处。用OMNI专用清洁剂涂擦电极点头皮, 以去污脂, 以NIHON KOHDEN导电膏将电极粘于头皮上以记录EEG。左眼眉上5mm和眼角外侧10mm处各安放一枚NT-61U型熔结式Ag/AgCl电极以记录EOG。电极间电阻 $< 5 \text{ k}\Omega$ 。

实验装置为NIHON KOHDEN RM-6000型多导生理记录系统。所使用的主要部件是: AD-610G型高增益直流放大器, 频率响应为0-30Hz; SEN-7301型数字式电子刺激器, 通过耳塞机发出声音, 作为诱发电位的刺激物, 并发出触发同步脉冲; RM-5302型磁带记录器; PC/XT-IBM兼容机。实验时将EEG, EOG经放大器放大后, 连同触发同步脉

\*国家自然科学基金资助项目。

本文曾在1989年国际诱发电位与肌电图学术讨论会上宣读。

1) 本文于1990年1月15日收到。

冲一起输入磁带记录器,录在磁带上。实验后将磁带所记之信号输入计算机,以PSBSB型脑生物电信号处理系统对脑电进行排除眨眼及其他伪迹并叠加16次以得到CNV图。CNV波幅按常规取 $S_1$ 与 $S_2$ (或 $So_2$ )间的平均幅度。将全部被试者的同种CNV图叠加,则得到总平均图(Grand Average Records)。

### 实验分为三项:

1. 无运动CNV实验 警告信号 $S_1$ 为800Hz,65dB(SPL)纯音,持续24ms,命令信号 $So_2$ 为波宽100 $\mu$ s,强度18dB(SPL)之短声(click),于 $S_1$ 后1.5s随机呈现。要求被试者不按按键,以排除CNV中的运动因素,但要求被试者注意判断 $So_2$ 是否出现,并记数,于实验结束时向主试者报告所听到的 $So_2$ 总次数。由于 $So_2$ 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,作为判断其智力的依据之一,并与其他同学比较,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 $S_1$ 与 $So_2$ 间的固定时间关系,将 $S_1$ 作为 $So_2$ 可能出现的警告信号,以提高辨别准确性。正式实验记录50次,其中 $So_2$ 呈现者与不呈现者各25次,顺序及二次实验之间隔(2-6s)皆随机,以使被试者不可猜知 $So_2$ 是否将会出现而保持其注意力的集中。待叠加时,将 $So_2$ 呈现时与不呈现时的脑电分别叠加,各得CNV图,以便分别分析。

2. 普通CNV实验 警告信号 $S_1$ 同上,命令信号 $S_2$ 为1000Hz,65dB(SPL)连续纯音,皆以耳机双耳给出。 $S_1$ 与 $S_2$ 间隔1.5s。要求被试者听到 $S_1$ 则作好按动按键准备,听到 $S_2$ 时尽快按键,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。在实验前的指导语中向被试者说明该项实验系测验其反应时,作为判断其智力的又一依据,并与其他同学比较,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。

3. 半机率CNV实验 命令信号 $S_2$ 以50%之机率随机呈现,余同普通CNV实验。

每项实验结束后,皆令被试者休息10分钟,并进行问卷,询问其注意力是否集中及紧张程度等主观体验。

## 二、实验结果

根据上述实验方法,在普通CNV实验中每名被试者的脑电经过迭加可得一帧CNV图,在无运动CNV与半机率CNV实验中每名被试者的脑电经过迭加各可得二帧CNV图,它们是存贮于计算机中的基本实验数据。

为了观察CNV的不同部分是否性质不同,将CNV分为早成分、晚成分与全波。早成分为 $S_1$ 后600ms至800ms间波幅的平均值。根据脑诱发电位的基本概念,含有刺激物外源性成分的诱发电位存在于刺激后500ms以内,因此,取 $S_1$ 后600ms至800ms作为早成分,观察其与心理因素的关系,可避免外源性成分之影响。晚成分取 $S_2$ (或 $So_2$ )前200ms内波幅平均值。根据前人研究结果<sup>[4]</sup>,该部分已包罗运动前电位,因此这种取法对于分析意动成分是适当的。全波即CNV值,为警告信号与命令信号间波幅平均值。

实验结果见图1及表1、表2。表1是14名被试者各种CNV各种成分的平均值。表2是三种CNV同种成分的相互比较,其中的数值为14名被试者自身不同CNV的同种成分相互比较时所得的差值,经统计所得之差异百分数及t考验所得之P值。二个表中的无运

动CNV值是 $So_2$ 呈现时与 $So_2$ 不呈现时的平均值,半机率CNV值是 $S_2$ 呈现与 $S_2$ 不呈现时的平均值。

1.无运动CNV与普通CNV的比较及CNV意动成分的提取 从表2可知,在早成分,普通CNV虽较无运动CNV大,但仅达显著水平,且其中 $So_2$ 呈现时的差异在统计学上未达显著水平( $P>0.05$ ),而晚成分的差异却非常显著( $P<0.01$ )。此外,统计学t考验尚显示,其早成分差异与晚成分差异间也存在着显著差异,这说明早成分与晚成分具有不同的内在性质。由于无运动CNV与普通CNV的差别主要在于是否有运动反应,而反应时刻前的差异乃在于有无意动心理因素,因此,这项实验结果表明,晚成分主要与运动前的意动相关。若以普通CNV与无运动CNV相减(通过计算机)则得到一个差波,此差波应认为是由意动引起的,可称为CNV的意动成分(参图1之3,4)。经过相减,根据实验方法可知,外源性成分互相抵消,所得之差波(CNV的意动成分)乃是一个不含任何外源性成分的纯心源性脑电波。

如同本实验室以前的工作一样<sup>[2,5]</sup>,这里再次于无运动CNV的 $So_2$ 呈现时观察到了解脱波EML(参图1之1),说明它是在一定条件下必然会出现的脑电波。

2.半机率CNV与普通CNV的比较 根据实验方法可知,半机率CNV与普通CNV在CNV期间均处于按键运动的预备状态,因此均含有意动心理因素,但根据对被试者的观察、问卷可知,在半机率CNV实验中, $S_2$ 是否呈现的不确定性增加了被试者的心理负荷。从表2可知,半机率CNV的早成分与全波显著大于普通CNV。该结果表明,被试者执行半机率CNV时所增强的各种心理负荷因素(如动机、觉醒、注意、朝向等)均与早成分相关,而与晚成分无关。上述提取到的意动成分却主要位于晚成分阶段(参图1之4),这表明,其意动性质具有一定的特异性。

3.半机率CNV与无运动CNV的比较 从表2可以看出,半机率CNV的早成分、晚成分与全波值皆大于无运动CNV。半机率CNV与无运动CNV的差别一方面在于是否具有意动,另一方面根据对被试者的问卷和观察可知,被试者在执行半机率CNV时比执行无

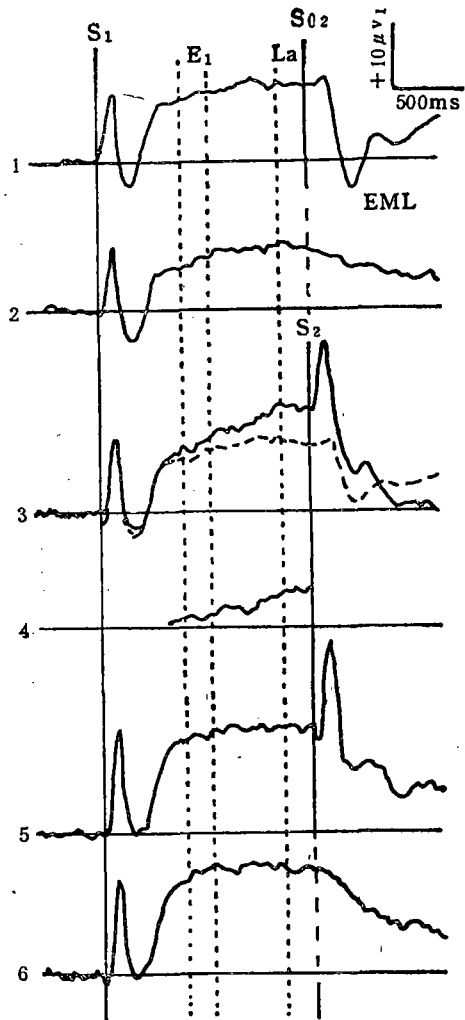


图1 14名被试者无运动CNV、普通CNV、半机率CNV和CNV意动成分总平均图  
1.无运动CNV, $So_2$ 呈现。2.无运动CNV, $So_2$ 未呈现。3.实线:普通CNV,虚线:无运动CNV, $So_2$ 呈现与未呈现的平均图。4.CNV的意动成分。5.半机率CNV, $S_2$ 呈现。6.半机率CNV, $S_2$ 未呈现。纵行虚线间 $E_r$ 为早成分, $L_a$ 为晚成分。

表1: 普通CNV、无运动CNV与半机率CNV早成分、晚成分及全波数值

	早成分	晚成分	全波
普通 CNV	12.3±6.2	18.3±8.4	11.3±5.3
无运动 CNV	10.0±6.8	11.0±6.2	7.9±4.2
S <sub>02</sub> 呈现	10.6±6.6	12.1±6.3	8.8±5.4
S <sub>02</sub> 不呈现	9.5±7.6	10.0±7.1	6.9±4.0
半机率 CNV	15.8±7.9	17.2±10.0	13.1±7.0
S <sub>2</sub> 呈现	16.0±9.0	18.5±11.7	13.7±8.2
S <sub>2</sub> 不呈现	15.5±7.4	16.0±8.8	12.6±6.6

• 表内数值为均值±标准差。N=14。

表2 普通CNV、无运动CNV与半机率CNV的相互比较

被比较项目		普通CNV/无运动CNV			半机率CNV/普通CNV			半机率CNV/无运动CNV		
		早成分*	晚成分	全波	早成分	晚成分	全波	早成分	晚成分	全波
差	%	65.1	127.3	83.7	40.7	13.8	39.3	105.8	141.1	123.0
异	P	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	>0.2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

• 其中无运动CNV当S<sub>02</sub>呈现时的早成分与普通CNV的早成分差异不显著(P>0.05)。N=14。

运动CNV时更为紧张、努力,其心理负荷更重。因此,本项实验结果也与上述关于晚成分主要与意动相关而早成分与其它心理因素相关的实验结果一致。

### 三、讨 论

本实验结果表明,意动是构成CNV的一种心理因素,主要与晚成分相关,从CNV中可以提取出意动成分,它是一个不含外源性成分的只与心理因素相关的脑电波,可谓之纯心源性脑电波。这样,本实验结果验证了关于CNV是一个由多种成分构成的复合波的新概念。Rohrbauph和Syndulko等<sup>[6]</sup>曾经以合成的方法得到了人工CNV,虽然可作为CNV的复合性的证据,但尚属间接。本工作利用不同模式的CNV相减的方法,从CNV中提取出了具有明确心理含义的意动成分,乃是证明CNV是复合波的新的直接的证据。从另一方面来看,既然CNV主要与心理因素相关<sup>[7,8]</sup>,而意动成分只是CNV的一部分,则CNV中必然含有其他心理因素,因此这也是对CNV系多种心理因素综合构成的心理负荷加重的观点<sup>[1,2]</sup>的一项验证。

本实验所获得的意动成分与Kornhuber和Deecke<sup>[9]</sup>所观察到的运动预备电位波形相似,产生二者的心理因素也基本相同,因此可以认为它本身并不是一种新波,它就是包含在CNV中的运动预备电位,只不过与其它波互相复合,未单独显示出来。

关于对无运动CNV与普通CNV所显示的早成分差异的解释,乃至对普通CNV早成分的诸心理因素及波形分析,是值得进一步研究的问题。

## 参 考 文 献

- [1] 魏景汉、尔朱光, 人脑二级CNV和解脱波, 中国科学, B辑, 1986, 第7期: 734-739.
- [2] 魏景汉、郑连兴, 一种与心理活动相关的脑电波, 心理学报, 1986, 18(3): 295-302.
- [3] Rohrbaugh J. W. , McCallum W. C. , et al. , ERPS associated with preparatory and movement related processes. A review. In: Cerebral Psychophysiology: Studies in Event-Related Potentials (EEG Supl . 38) , ed. W. C. McCallum , Elsevier Science Publishers, 1986, 189—229.
- [4] Vaughan Jr. H. G. , Costa L. D. , et al. , Topography of the human motor potential. Electroenceph. Clin. Neurophysiol. , 1968, 25: 1—10.
- [5] Wei Jing-han and Zheng Lian-xing, Appearance of two-level CNV and extrication wave and the explanation of psychological factors of CNV. Intern. J. Neuroscience, 1987, 32 (3—4) , 747—756.
- [6] Rohrbaugh J. W. & Syndulko K. , Brain wave components of the contingent negative variation in humans. Science, 1976, 191, 1055—1057.
- [7] Tecce J. J. , Contingent negative variation (CNV) and psychological processes in man. Psychological Bulletin, 1972, 77, 73—108.
- [8] Walter W. G. , Cooper R. , et al. , Contingent negative variation: an electric sign of sensorimotor association and expectancy in the human brain. Nature, 1964, 203, 380—384.
- [9] Kristeva R, Keller E, et al. , Cerebral potentials preceding unilateral and simultaneous bilateral finger movements. Electroenceph. Clin. Neurophysiol. , 1979, 47, 229—238.

## DIRECT PROOF OF CNV AS A COMPOSITE WAVE

Wei Jinghan and Fan Silu

*Institute of Psychology, Academia Sinica*

## Abstract

Three items of CNV were performed on fourteen subjects aged 19—22. The items are as follows: Usual CNV (U.CNV) , Nonmotor CNV (Nm. CNV) and Half-probability CNV (Hp.CNV) . It is observed that: (1) The late section and full CNV of U.CNV amplitude are larger than Nm. CNV, the difference of the late section is the largest, and the difference wave between U.CNV and Nm.CNV is the component of conation that is a pure psycho-genous wave and is the Readiness Potential of Kornhuber et al. in CNV; (2) The early section and full CNV of Hp.CNV amplitude are larger than U.CNV; (3) The early section, late section and full CNV amplitude of Hp.CNV are larger than Nm.CNV. These results suggest that the conation is a psychological factor in CNV; the Readiness Potential is a component of CNV. This experimental result is a new direct evidence of the latest view that CNV is a composite wave.