

# 气功入静过程中自发脑电波 功率谱及相干函数的分析<sup>1)\*</sup>

孙福立

中国科学院生物物理所

王极盛

中国科学院心理研究所

刘贵珍 焦秀岩 张振江 施永均 张天戈

河北省北戴河气功疗养院

## 摘 要

用脑电技术和功率谱与相干函数的计算机分析方法,对78名受试者,分别进行了气功入静、一般休息和普通睡眠时的不同脑电变化规律的研究。结果表明入静过程能够使额区脑电能量在 $\delta$ 频段下降,在 $\alpha$ 频段上升,并在特定频率附近额枕脑电相干值增大。由此提出了入静深度指数概念,并证明了:(1)与一般休息相比,入静深度指数在练功时增大,在睡眠时下降,表示入静过程有自己的特殊规律。(2)内养功、强壮功、虚明功的入静深度指数无明显差异,说明不同练功方法均能达到入静的效果。

## 一、问 题

气功是在意识的主动控制下,通过调整意念、呼吸和姿势达到祛病健身的一种方法,实际上是一个运用心理的能动性来调整人体生理功能的过程。气功的入静,则是通过自我意念调整达到的一个特殊心理状态,是进入各种气功境界和产生不同生理效应的关键。因此,研究入静过程中各种生理心理指标的变化,探讨心理因素作用于生理功能的途径,应是揭开气功奥秘的一个重要步骤。

作为意识活动的入静过程,必然要影响到皮层的功能和相应的脑电变化,因而脑电技术历来为气功研究者所重视。早在60年代初,国内的气功研究就使用了脑电图方法<sup>(1)</sup>,而后又采用了脑电积分技术<sup>(2)</sup>。但由于脑电的成因复杂和分析方法的困难,未能充分阐明气功中的脑电活动规律。

电子计算技术的飞速发展开创了脑电研究的新局面,不同角度获取的大量脑电信息,不断加深并变革着人们对皮层功能的认识。各种新的分析方法正在广泛深入到脑电研究

1) 本文于1983年12月24日收到。

\* 本文工作,得到中国科学院力学研究所张玉东同志热情支持,特此致谢。

的各个分支领域;脑电分析的功率谱方法已开始成功地应用到气功<sup>[3]</sup>和国外的超觉静坐(Transcendental Meditation)<sup>[4]</sup>的研究中。无疑,这为充分阐明气功入静时的电活动规律,提供了一个较为理想的技术手段。

本文采用功率谱和相干函数的联合分析方法,研究了入静过程中自发脑电波的变化规律,并试图在此基础上,建立一个能够定量表征气功入静深度的客观指标。

## 二、方 法

### 1. 测试对象

受试者78人,选自北戴河气功疗养院疗养员及部分疗养院工作人员。以练功与否和测试中的状况分三组:

气功组34人(男26人、女8人),年龄32—72岁,平均47.9岁。练功均在2个月以上,功种分别为内养功、虚明功和强壮功。按统一的作息时间,每日练功三次,每次一小时。

无功组39人(男29人,女10人),年龄33—64岁,平均49.3岁。除了不练习气功外,其余条件与气功组相同。

睡眠组5人(男4人、女1人),年龄37—54岁,平均48.6岁。根据脑电图判断和受试者的主诉,凡在脑电测试的20分钟内入睡者,即归为睡眠组。

### 2. 测试步骤

在受试者正常练功时间测试脑电:与平时练功一样,实验室悬挂窗帘,保持安静。受试者仰卧,按临床脑电图检查的常规方法贴放探测电极,用国产ND-82B型脑电图仪记录单极引导的8路脑电信号。时间常数0.3秒,高频滤波60赫。待受试者适应测试环境后,描记5分钟闭目静卧状态下的脑电图;并同时左侧额枕两区的脑电信号,经一个调频装置记录在GF-555型磁带记录器上。此后,受试者依各自功法开始练功。20分钟后,进行第二次5分钟的记录,描记并录制练功状态下的脑电信号。无功组与睡眠组除将练功改为静卧外,其余步骤皆与气功组相同。

### 3. 数据处理

将磁带记录的两路脑电信号,经模数转换送入BCM-3型计算机。对前后两次脑电测试记录,分别计算额枕两区的自功率谱密度和相干函数。计算机采样间隔10毫秒,频率分辨率0.4赫。每次数据分25段进行平均处理,每段长256个样点。

按临床标准将脑电分为四个频段:δ波(0.5—4周/秒),θ波(4—8周/秒),α波(8—13周/秒),β波(13—40周/秒)。根据计算机所得结果,对三组受试者前后两次测试实验,分别求算以下各值:

- (1) 额枕两区在各频段的相对功率。即:各频段功率占脑电平均总功率的百分数。
- (2) 额枕两区在各频段的平均相干函数值。
- (3) 定义在α频段使额枕相应的功率谱密度乘积最大的频率值 $f_0$ 为额枕谐振频率。按下式计算谐振频率附近的平均相干函数 $r_f^2$ 。

$$r_f^2 = \frac{1}{3} \sum_{f_0-1}^{f_0+1} r_i^2$$

其中  $r_i^2$  为频率值  $i$  点上的相干函数值。

### 三、结 果

#### 1. 功率谱的变化

所得数据,经分析整理后,表列如下:

表 1 入静与睡眠对额枕区不同频段相对功率的影响

组 别		额 区 频 段				枕 区 频 段			
		$\delta$	$\theta$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	$\theta$	$\alpha$	$\beta$
无 功 组 $n=39$	I	0.54±0.19	0.14±0.05	0.24±0.16	0.08±0.06	0.37±0.16	0.13±0.04	0.41±0.19	0.09±0.06
	II	0.53±0.19	0.14±0.05	0.25±0.15	0.08±0.04	0.37±0.15	0.14±0.06	0.39±0.17	0.10±0.06
气 功 组 $n=34$	I	0.57±0.18	0.13±0.06	0.22±0.13	0.08±0.06	0.34±0.18	0.11±0.04	0.47±0.19	0.08±0.04
	II	0.49±0.20*	0.13±0.06	0.29±0.18*	0.09±0.06	0.33±0.22	0.12±0.06	0.47±0.24	0.09±0.05
睡 眠 组 $n=5$	I	0.66±0.07	0.14±0.03	0.13±0.05	0.06±0.04	0.48±0.12	0.14±0.04	0.30±0.14	0.08±0.03
	II	0.70±0.10	0.15±0.07	0.09±0.02	0.06±0.06	0.62±0.09*	0.22±0.08	0.10±0.04*	0.06±0.04

表中值为均数±标准差。I 为第一次测试结果,做自身对照。II 为第二次测试结果,分别表示静卧、入静和睡眠状态。\* 与自身对照相比  $P < 0.05$ 。

在前后 20 分钟的两次数电测试中,无功组额枕各频段的相对功率未见明显变化。气功组在入静过程中额区  $\delta$  频段相对功率明显下降,而在  $\alpha$  频段则显著上升。与此相反,睡眠组的相对功率却在  $\delta$  频段上升,在  $\alpha$  频段下降,但这种变化主要发生在枕区。这一结果表明,入静与睡眠皆能引起脑电变化,但在皮层的表现部位不同,意味着它们有不同的神经机理。

#### 2. 相干函数的变化

表 2 结果表明,皮层额枕之间相距甚远,因而各频段脑电的相干很低,在入静、睡眠和

表 2 不同状态下额枕相干函数及谐振频率的变化

组 别		平 均 相 干 函 数					$f_0$ (周/秒)
		$\delta$	$\theta$	$\alpha$	$\beta$	$r_i^2$	
无 功 组 $n=39$	I	0.25±0.13	0.22±0.11	0.20±0.09	0.18±0.11	0.32±0.19	9.39±0.80
	II	0.22±0.12	0.19±0.11	0.21±0.09	0.16±0.09	0.35±0.18	9.25±0.92
气 功 组 $n=34$	I	0.22±0.15	0.17±0.13	0.18±0.09	0.12±0.11	0.34±0.21	9.54±0.82
	II	0.20±0.14	0.16±0.10	0.21±0.08	0.13±0.11	0.44±0.21*	9.29±0.81
睡 眠 组 $n=5$	I	0.24±0.17	0.24±0.18	0.18±0.08	0.18±0.18	0.31±0.20	9.84±0.93
	II	0.25±0.29	0.20±0.19	0.16±0.10	0.13±0.07	0.19±0.20	8.59±1.14*

\* 与自身对照相比  $P < 0.05$

静卧休息时均未有明显变化。但在谐振频率  $f_0$  附近的平均相干函数值  $r_f^2$ , 三组两次的测试结果却有着显著的不同: 无功组不变、气功组明显上升、睡眠组则呈下降趋势(接近 95% 的置信限)。这说明在特定的频率上, 额枕之间存在着因机能状态而异的信息通道。气功组与无功组的  $f_0$  未见明显改变, 表明入静与休息不影响  $\alpha$  波的峰值位置。睡眠组的  $f_0$  明显下降, 显然与入睡时  $\alpha$  波的逐渐解体有关。

### 3. 入静深度指数

根据入静过程中额区相对功率在  $\delta$  频段下降, 在  $\alpha$  频段上升, 以及在谐振频率附近平均相干函数值  $r_f^2$  增加的性质, 按以下公式计算入静深度指数  $Q$

$$Q = r_f^2_{\pi} + \frac{1}{4} (\Delta\alpha - \Delta\delta)$$

其中:  $r_f^2_{\pi}$  为入静或相当于入静过程的  $r_f^2$  值

$$\Delta\alpha = (\alpha_{\pi} - \alpha_1)_{\text{额}} + (\alpha_{\pi} - \alpha_1)_{\text{枕}}$$

$$\Delta\delta = (\delta_{\pi} - \delta_1)_{\text{额}} + (\delta_{\pi} - \delta_1)_{\text{枕}}$$

即: 额枕相应于  $\delta, \alpha$  频段的相对功率在

前(I)后(II)两次测试中的差值之和。

根据计算结果作图 1, 可以清楚地看出三组入静深度的差异。以无功组  $Q$  值 ( $0.35 \pm 0.24$ ) 为对照, 则气功组显著上升 ( $Q = 0.48 \pm 0.27, P < 0.05$ ), 睡眠组明显下降 ( $Q = 0.08 \pm 0.28, P < 0.05$ )。

将气功组的  $Q$  值, 依内养功(14人)、虚明功(13人)和强壮功(7人)重新分组, 进行方差分析。结果表明不同功种之间  $Q$  值不存显著差异 ( $F = 1.29, P > 0.25$ )。

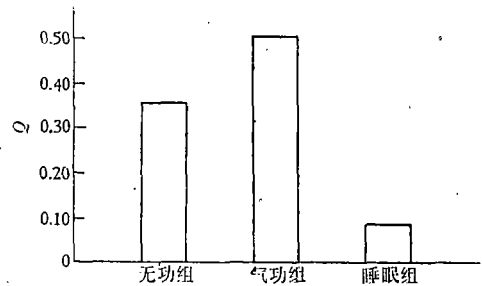


图 1 不同状态下的入静深度

## 四、讨 论

我国灿烂的古代文化中包含着丰富的生理心理学思想。在朴素的唯物论思想和“身心统一”“天人合一”的整体观指导下, 远在春秋战国时期就形成了完整的脏腑经络生理学体系, 和“形神相即”、“因郁而致病”、“因病而致郁”的医学心理学观点。气功正是在这一基础上得到了蓬勃发展, 门派林立, 功法繁多。在数千年的宝贵实践中, 蕴藏着大量有关生理学, 心理学及其相互间作用的内容。因此, 研究气功机理不仅能提高医疗保健水平, 而且也是继承和发扬我国古代生理心理学思想, 建立具有我国独创特点的生理心理学体系的重要内容。

已有的神经生理学知识表明, 大脑皮层的额区不仅是意识活动的场所, 而且也与皮下核团有着密切的联系。在植物性神经功能以及某些情绪反应的控制中起着重要的作用。入静时额区出现活跃的脑电变化, 意味着在额区皮层以及皮层与皮下核团之间进行着大量频繁的神经整合过程。这就使得练功者能够通过主动的意念活动去影响内脏功能, 达

到治病强身的效果。同时,内脏及其它植物性功能的的活动信息,也可通过丘脑进入额区,转变成意识或对某些意识活动加以“润色”,因而便出现了各种入静时的心理景象。由此可以推论,在气功入静过程中,额区皮层与丘脑之间的相互作用,可能就是气功的心理过程作用于生理功能的神经机制。

气功入静过程中额叶脑电变化活跃也证明,气功入静对大脑高级神经中枢的调整作用特别有效。入静过程中额枕之间在谐振频率附近的平均相干函数值增大,表明在大脑皮层相距最远的两个部位,在特定频率上是渐趋同步的,意味着增加了大脑皮层脑细胞电活动的有序性。这有力支持了认为气功锻炼能够提高大脑功能效率的生理观点。

给入静以定量描述,既有实践价值,也有理论意义。入静深度指数代表着练功者的入静程度,这就为气功医师评价疗养员的练功成效和进行技术指导提供了一个客观依据。而入静深度指数在入静时上升在入睡时下降的结果则表明,入静过程不同于睡眠也不同于一般休息,而是有着自己的特殊规律。内养功,虚明功和强壮功的入静深度指数无显著差异。说明各种功法虽然练习方法不同,但均可达到入静的目的,因而也都具有强身治病的功效,为临床气功的辩证施治提供了依据。

## 五、结 论

1. 气功的入静过程能够引起脑电功率谱的变化,使额区 $\delta$ 频段的能量下降, $\alpha$ 频段的能量上升;并在谐振频率附近,使额枕脑电的平均相干函数值明显增加。
2. 与静卧休息相比,入静深度指数在练功时显著增大,在睡眠时明显减小。表明入静过程既不同于一般休息,也不同于普通睡眠,而是有着自己的特殊规律。
3. 内养功、虚明功和强壮功的入静深度指数无明显差异,说明各功种的不同练习方法均可达到入静的效果。

## 参 考 文 献

- (1) 秦震,瞿治平,上海中医药杂志,第5期,10页,1962年。
- (2) 赵光胜,蒋敏达,王崇行,周杰,徐定海,吴士渭,郑维金,中医杂志,第12期,20页,1979年。
- (3) 梅磊,周传岱,薛新民;自然杂志,第9期,662页,1981年。
- (4) Banquet, J.-P, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 35, 143—151, 1973.

## AN ANALYSIS ON EEG POWER SPECTRUM AND COHERENCE DURING QUIET STATE IN QIGONG

Sun Fuli

*(Institute of Biophysics, Academia Sinica)*

Wang Jisheng

*(Institute of Psychology, Academia Sinica)*

Liu Guizhen Jiao Xiuyan Zhang Zhenjiang

Shi Yongjun Zhang Tiange

*(Beidaihe Sanatorium of Qigong, Hebei)*

### Abstract

This paper reports the effects of Qigong (breathing exercise) on EEG power spectrum and coherence in 78 normal persons between the ages of 32 to 72, who volunteered to subject themselves to spectral analysis. The results of comparative studies on EEG between the quiet state in Qigong, the normal resting state and sleep indicated that in the case of Qigong, there was a decrease of the  $\delta$  power and an increase of  $\alpha$  power in the frontal area, as well as an increase of the coherence values at definite frequencies between the frontal and the occipital areas. An index of the quietness level in Qigong was thus produced. Compared with the resting state, the index was higher in Qigong and lower in sleep. Although the index demonstrated the specific character of the quiet state in Qigong, no significant index differences were detected among various kinds of Qigong. Furthermore, the index confirmed the similar effects of various kinds of Qigong in achieving the quiet state.