

· 临床论著 ·

对练站桩功者脑电频谱变化的观察*

杨斯环¹ 杨秦飞¹ 石继明¹ 曹毅²

内容提要 运用频谱分析的方法, 对初练站桩功与不练气功的大学生进行了 1 年的对比观察。练功者练功 1 年后, 两颞区 α 指数显著升高 ($P < 0.05$), 右额及右颞的 β 指数明显下降 ($P < 0.05$)。提示, 练功者练站桩功后, 脑电有较高的同步化趋势, 整个大脑的有序化程度提高。这是一个逐步调整的过程。

关键词 脑电 频谱分析 练功入静

Observation of Electroencephalogram Spectrum Changes over One Year of Qigong Training
Yang Si-huan, Yang Qin-fei, Shi Ji-ming, et al *Beijing University of TCM, Beijing (100029)*

Using spectrum analysis method, the electroencephalogram (EEG) changes of the students who first learned Zhanzhuang Qigong in comparing with the students who did not practice at all were observed, over a period of one year. The results showed that the spectrum of EEG did not change significantly after half year training, but one year later, the α index of right frontal and right temporal regions decreased significantly ($P < 0.05$), and the β index of right frontal and right temporal regions decreased significantly ($P < 0.05$). It was indicated that there was a higher tendency of EEG synchyonization, the brain activity changed from "active" to "harmonious" and "calm". It was a gradually adjusting process.

Key words electroencephalogram, spectrum analysis, Qigong calmness

近年来国内外的学者应用功率谱分析方法, 对练功者练功入静时脑电指标进行了一些研究, 从不同角度阐述了练功入静前、后脑电变化的特征^(1, 2)。为了全面探索练功过程中脑电的变化规律, 笔者对学练站桩功人群的脑电变化进行了长达 1 年的观察, 结果如下。

资料与方法

1 实验对象

本研究设练功组与对照组。练功组共 32 名, 其中男 14 名, 女 18 名; 年龄为 17~20 岁, 平均 18.4 岁。对照组共 35 名, 其中男 18 名, 女 17 名; 年龄为 17~20 岁, 平均 18.2 岁。以上两组人员均为在校学生, 在实验前未系统进行过气功锻炼, 体检与心理测试

均为正常者。

2 实验方法

练功组由气功师每日定时指导练站桩功 40 min, 以放松入静为主, 不意守, 动功和静功相结合。在实验前, 记录安静状态下的脑电图作为自身对照; 以后每 0.5 年进行 1 次入静时的脑电图测试。对照组不练功, 同期进行正常安静状态下的脑电图测试。

2.1 脑电图记录方法 实验对象安静闭目端坐于屏蔽室内, 仪器使用日本光电公司生产的 Neurofax 18 导脑电图机, 电极安放按照国际标准导联 10-20 系统, 置于左额 (F_3)、右额 (F_4)、左中央 (C_3)、右中央 (C_4)、左颞 (T_3)、右颞 (T_4)、左枕 (O_1)、右枕 (O_2); 参考电极置于左、右耳垂。电极电阻小于 5 k Ω , 时间常数为 0.3 s。记录单极 8 导的脑电信号经 A/D 板输入到 IBM-286 AT 机。软件为浙

* 本课题为国家中医药管理局资助项目; 1. 北京中医药大学医学气功研究所 (北京 100029); 2. 浙江大学电机系生物控制研究室

江大学电机系生物控制研究室提供的“气功功能态计算机测试软件系统”。连续记录受试者 20 min(练功组为练功入静状态, 对照组为模拟入静状态)的脑电信号, 同时对 20 min 内采样所得的全部数据进行实时处理。

2.2 脑电数据采样及处理 脑电信号的采样频率为 128 Hz。采用 256 点 FFT 变换, 频率分辨率为 0.5 Hz。每个受试者的脑电信号分成 40 段。每隔 30 s 对各项测试指标计算 1 次。30 s 内对 28 s 的脑电信号进行 14 次 FFT 变换和平均周期图谱估计, 基本实现了对脑电信号的连续实时分析。对每个受试者单极 8 导脑电的自功率谱, 依据临床 θ 波 (4~7.5 Hz)、 α 波 (8~12.5 Hz)、 β 波 (13~29.5 Hz) 的频段划分标准, 分别计算出各频段的功率, 然后进一步计算各频段的功率占 θ 、 α 、 β 三频段总功率的百分比, 其结果依次定义为 θ 指数、 α 指数、 β 指数。根据 Banquet 报道^[3], 清醒时脑电活力系数 (activation coefficient) 为: β/α , 据此计算 8 个导联区的脑电活力系数。为了比较额区 (F_3 、 F_4)、中央区 (C_3 、 C_4)、颞区 (T_3 、 T_4)

各指标相对于枕区 (O_1 、 O_2) 的逆转情况, 作了前 6 导联 (F_3 、 F_4 、 C_3 、 C_4 、 T_3 、 T_4) 对于后两导联 (O_1 、 O_2) 的相对指标统计分析。相对指标定义为: $I/(I+I_0)$ 。I 为前 6 导中某一导的数值, I_0 为后 2 导中某一导的数值。

2.3 统计处理 各组实验数据均采用 $\bar{x} \pm S$ 表示, 组间比较采用两组均数 t 检验统计处理。

结 果

1 站桩功锻炼对脑电 α 指数的影响

对照组模拟入静时的 α 指数值如表 1 所示。将实验开始前及 1 年后的两次脑电信号数据进行比较无明显变化。练功组学功前与同期对照组的 α 指数相比较无统计学差异。练功组入静时的 α 指数变化如表 1 所示。练功 1 年后入静时, 除两枕外其他导联处的 α 指数均有所升高, 其中左、右颞 α 指数升高与学功前比较有统计学差异, $P < 0.05$ 。

对照组与练功组脑电 α 指数相对指标的变化见表 2。其他脑区对于枕区的 α 指数相对指标, 在练功后均有所升高, 其中左额、左

表 1 两组脑电图 α 指数的比较 ($\bar{x} \pm S$)

组别		F_3	F_4	C_3	C_4	T_3	T_4	O_1	O_2
(n=32)	练功前	55.8	55.7	60.3	60.0	54.6	52.3	73.5	74.5
		± 11.1	± 11.2	± 9.9	± 10.3	± 9.1	± 11.3	± 10.8	± 9.7
	0.5 年后	55.9	55.8	60.1	59.4	55.4	54.4	72.0	72.4
		± 11.8	± 12.0	± 10.0	± 10.9	± 10.4	± 10.4	± 9.3	± 9.7
	1 年后	59.2	59.1	63.5	62.7	58.6	58.4	71.9	74.5
		± 10.4	± 9.9	± 8.6	± 9.0	$\pm 8.9^*$	$\pm 10.0^*$	± 9.7	± 10.0
(n=35)	实验前	55.4	56.0	60.4	59.9	51.8	52.6	71.6	71.6
		± 9.0	± 8.6	± 7.2	± 7.3	± 10.0	± 8.7	± 10.9	± 9.8
	1 年后	54.9	55.1	59.7	58.8	52.0	52.3	68.9	70.1
		± 10.0	± 9.8	± 8.7	± 8.8	± 9.6	± 9.9	± 11.4	± 11.9

注: 与本组练功前比较, $^*P < 0.05$, $^{**}P < 0.01$; n 为例数; 下表同

表 2 两组脑电图 α 指数相对指标比较 ($\bar{x} \pm S$)

组别		F_3 相对 O_1	F_4 相对 O_2	C_3 相对 O_1	C_4 相对 O_2	T_3 相对 O_1	T_4 相对 O_2
(n=32)	练功前	43.0 $\pm$ 4.3	42.6 $\pm$ 3.9	45.1 $\pm$ 4.3	44.5 $\pm$ 4.1	42.6 $\pm$ 4.3	41.0 $\pm$ 4.5
	0.5 年后	43.5 $\pm$ 4.4	43.3 $\pm$ 4.3	45.4 $\pm$ 4.2	44.9 $\pm$ 4.2	43.3 $\pm$ 4.5	42.7 $\pm$ 4.2
	1 年后	45.0 $\pm$ 4.3 *	44.1 $\pm$ 3.6	46.9 $\pm$ 4.3 *	45.7 $\pm$ 4.2	44.9 $\pm$ 4.5 *	43.9 $\pm$ 4.7 **
(n=35)	实验前	43.6 $\pm$ 3.4	43.9 $\pm$ 4.0	45.9 $\pm$ 3.7	45.6 $\pm$ 3.7	41.9 $\pm$ 5.3	42.3 $\pm$ 4.2
	1 年后	44.3 $\pm$ 4.9	44.1 $\pm$ 4.8	46.5 $\pm$ 4.3	45.8 $\pm$ 4.5	43.1 $\pm$ 5.6	42.8 $\pm$ 5.0

中央、左颞、右颞的 α 指数相对指标, 练功 1 年后与学功前相比有显著性差异。对照组的两次脑电 α 指数相对指标无明显变化。

2 站桩功锻炼对脑电 β 指数的影响

对照组模拟入静时 β 指数无明显改变。练功组学功前与同期对照组的 β 指数相比较无统计学差异。练功组练功 1 年后与学功前相比, 入静时除两枕部外, 其他部位的脑电 β 指数均呈下降趋势, 其中右额与右颞部位下降最为显著 ($P < 0.05$), 见表 3。

表 3 两组脑电 β 指数比较 ($\bar{x} \pm S$)

组别		F ₄	T ₄
练功 (n=32)	练功前	16.9±6.6	24.5±10.6
	0.5 年后	15.4±5.7	20.5±6.5
	1 年后	14.0±5.3*	19.2±7.6*
对照 (n=35)	实验前	16.2±4.9	23.2±8.1
	1 年后	17.2±5.8	23.2±7.8

对照组与练功组脑电 β 指数相对指标的变化见表 4。对照组模拟入静时, 两次记录结果相比较, β 指数相对指标无统计学差异。练功组其他脑区对于枕区的 β 指数相对指标在整个实验过程中均有所下降, 其中右额、右颞对于枕区的 β 指数相对指标, 练功 0.5 年后

与学功前比较已有统计学差异, $P < 0.05$ 。在练功 1 年后, 各脑区(额、中央、颞区)相对于枕区的 β 指数相对指标的下降, 与学功前相比均有显著差异。

3 站桩功锻炼对脑电活力系数的影响

对照组与练功组脑电活力系数的变化见表 5。对照组的脑电活力系数无明显改变。练功组在练功 0.5 年后, 活力系数除两枕外, 均有下降的趋势。练功 1 年后与练功前相比, 两额、两中央区、两颞的脑电活力系数下降, 有显著差异 ($P < 0.05$)。

讨 论

本研究结果表明, 正常大学生的脑电以枕部的 α 指数为最高, 中央、额及颞部次之。在练习站桩功 1 年后, 大脑 α 指数较低部位的数值均有所上升, 其中以练功前 α 指数最低的两颞部升高最为显著。与此同时, β 指数普遍下降。说明练习站桩功后, 脑电有较高的同步化趋势, 整个大脑的有序化程度提高。

脑电相对指标变化的结果提示, 脑电频谱变化主要发生在枕部以前的部位, 练站桩功过程中, 大脑前部各区的 α 指数等指标的改变, 相对于枕区均显著。脑电同步化趋势是逐渐向

表 4 两组脑电 β 指数相对指标比较 ($\bar{x} \pm S$)

组别		F ₃ 相对 O ₁	F ₄ 相对 O ₂	C ₃ 相对 O ₁	C ₄ 相对 O ₂	T ₃ 相对 O ₁	T ₄ 相对 O ₂
练功 (n=32)	练功前	54.0±8.5	55.4±7.5	53.9±9.4	54.7±8.3	61.0±10.3	63.7±8.8
	0.5 年后	51.9±8.8	51.4±8.6*	51.7±9.7	51.0±9.7	58.2±10.0	58.5±11.1*
	1 年后	47.4±9.4**	50.1±9.1**	47.9±10.0**	50.5±10.1*	54.5±11.4**	57.3±11.4**
对照 (n=35)	实验前	51.7±9.4	50.2±9.9	50.9±9.5	49.8±10.0	60.4±11.1	58.4±10.7
	1 年后	48.7±10.2	49.2±10.8	47.8±10.1	49.2±10.5	56.1±11.8	56.4±11.1

表 5 两组脑电活力系数比较 ($\bar{x} \pm S$)

组别		F ₃	F ₄	C ₃	C ₄	T ₃	T ₄
练功 (n=32)	练功前	0.31±0.14	0.33±0.17	0.28±0.11	0.29±0.13	0.43±0.21	0.53±0.37
	0.5 年后	0.29±0.12	0.30±0.15	0.26±0.09	0.27±0.12	0.39±0.20	0.41±0.19
	1 年后	0.25±0.11*	0.25±0.12*	0.23±0.09*	0.24±0.10*	0.35±0.18*	0.35±0.20*
对照 (n=35)	实验前	0.32±0.11	0.30±0.12	0.27±0.08	0.27±0.09	0.53±0.33	0.47±0.24
	1 年后	0.35±0.16	0.33±0.16	0.30±0.11	0.30±0.12	0.51±0.27	0.47±0.22

大脑前部发展。

练站桩功 1 年后, 脑电的活力系数普遍下降, 说明大脑的积极思维活动减弱, 更趋于安静与休息状态。这种状态与睡眠状态又有不同。自然睡眠时人的脑电图改变是比较明显的, 因为脑电对于觉醒状态的消逝是非常敏感的。既使人稍稍感到倦睡, 就能引起 α 节律稍稍变慢, 振幅也有所变化, 并逐渐出现 θ 波⁽⁴⁾。本研究观察到的学练气功后入静的脑电频谱变化特点: 除枕部以外 α 指数趋于升高, θ 指数未见明显变化。说明练功后入静时大脑处于一种既有别于未经过气功训练的常人一般安静状态, 又不同于睡眠或倦睡状态的一种特殊功能状态。此时大脑活动更加协调与同步。这种状态对人体健康十分有利, 可以说是一种积极有效的休息与调整。近年已发现人由应激状态产生的免疫抑制因子, 与机体的抵抗力有平行关系⁽⁵⁾。人在精神应激时, 机体免疫功能降低, 可能就是中医“心乱百病生”的原因。与应激状态相反, 练习站桩功后, 大脑活动的紧张程度下降, 大脑处于一种有序的良好安静状

态, 有可能通过神经内分泌系统的作用, 达到调整机体免疫功能的目的。练功者调动了自身的免疫能力抵抗疾病, 从而起到了强身健体的作用。

参 考 文 献

1. 梅 磊, 周传岱, 薛新民, 等. 气功功能态脑波研究. 自然杂志 1981; 4(9): 662.
2. Stigsby B, Rodenberg JC, Moth HB. Electroencephalographic findings during mentra meditation (Transcendental Meditation) A controlled quantitative study of experienced meditators. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology 1981; 51: 434.
3. Banquet JP, Sailhan M, Carette F, et al. EEG analysis of spontaneous and induced states of consciousness. Scientific Research on the Transcendental Meditation Program: collected papers. West Germany MERV 1976; 1: 165.
4. 陈宜张. 神经系统电生理学. 第 1 版. 北京: 人民卫生出版社, 1983: 204—207.
5. 韩济生, 吕国蔚, 任麟孙, 等. 神经科学纲要. 第 1 版. 北京: 北京医科大学、中国协和医科大学联合出版社, 1993: 645—699.

(收稿: 1994—05—20 修回: 1994—08—12)

1993 年中国中西医结合杂志优秀论文评选揭晓

为了表彰和奖励中西医结合领域优秀成果与科技工作者, 强化反映中西医结合界高质量科技信息, 我刊自 1992 年起正式设立中国中西医结合优秀论文奖励基金, 每年进行 1 次优秀论文评选活动[详见我刊 1992; 12(6): 321]。杂志社每年组织来自全国的数十位专家, 对我刊全年所载论文进行认真审阅, 在专家们初评提名的基础上, 集中复核评审产生该年度优秀论文 1、2、3 等奖。我刊 1993 年度优秀论文论选结果颁布如下。

一等奖: 211 例中晚期肺癌的临床疗效分析. 1993; 13(3): 135. 中日友好医院. 辛育龄. 奖金 5000 元。

二等奖: 五子衍宗液对雄性大鼠下丘脑单胺类递质、性激素和生育能力的影响. 1993; 13(6): 349. 北京医科大学中西医结合研究所. 王学美, 谢竹藩, 刘庚信, 等. 奖金 3000 元。

三等奖: 金芪降糖片治疗气阴两虚火旺型糖尿病临床及实验研究. 1993; 13(10): 587. 北京协和医院中医科. 梁晓春, 郭赛珊, 王香定, 等. 奖金 1000 元。

以上论文在选题新颖性和内容的科学性、实用性等方面均具有较高水平, 得到专家们的一致好评。

(本刊讯)