

额区脑波老化特点及其与某些 认知能力的相关性^{1)*}

李德明^{**}

(中国科学院心理研究所, 北京, 100012)

孙福立 焦 艳

(中国中医研究院西苑医院, 北京, 100091)

摘 要

对120名中老年被试(46—80岁),完成双额脑波老化特点及其与某些认知能力相关性的研究。认知能力测验共12项作业,包括4项作业速度和10项作业成绩共14项指标。结果表明:(1)双额脑波 α 峰频率随年老低移, α 功率随年老有增加趋势;(2)年老过程3项作业速度与双额 α 峰频率相关性显著,但仅“图象自由回忆”成绩与双额 α 峰频率及右额 α 功率相关性显著。

关键词 脑电图, 认知能力, 老年。

1 前 言

自发脑波(EEG)老化特点及其与智力或认知功能关系的研究已有半个多世纪的历史,有关文献资料很多,但迄今尚不能定论。总的看来,较一致的发现是随年老过程 α 节律减慢,峰频率向低频方向移动,弥散性慢活动(θ 和 δ 节律)增加,以及颞侧出现局灶性慢波活动,但 β 节律活动的报告很不一致等^[1-4]。一些研究报告经严格选择的健康老年个体 α 节律并不减慢,得出不同看法^[5,6]。关于老年人的智力或认知功能减退,可能与 α 节律减慢及其功率降低有关^[7]。老年人保持较好的认知能力可能与 β 节律快活动有关^[8]。脑器质性病变和阿尔兹海默型老年痴呆症患者 α 节律明显减慢,弥散性和局灶性慢活动明显增加,后者 α 节律甚至消失,代之以弥散的 θ 和 δ 节律慢活动^[2,3,9]。由于很难将正常年老过程与潜在的病理状态相区别,因此在复习有关文献资料时不免感到比较杂乱。

额叶是大脑系统演化的最终产物,并是大脑个体发育过程中最后成熟的脑区,因此,额叶理应具有人脑的最高级功能。现已有很多资料证明额叶接受来自各个感觉通道的信息,然后在这里进行最后的加工,额叶在复杂的认知活动中起重要作用,尤其是前额叶皮层与学习、记忆、思维、注意、情绪等高级功能有密切关系^[10,11]。

在上述文献资料和我们已完成一系列有关认知功能老化研究的基础上,该工作拟对额区EEG老化特点及其与某些认知能力的关系做初步探讨。

1) 本文修改稿于1995年10月5日收到。

* 国家自然科学基金资助项目。

** 本文作者还有李贵芸,严亦谔,卫星和刘昌同志。

2 方 法

2.1 被试

身体基本健康的被试者共120人(男72人,女48人),46—80岁,小学毕业以上文化水平(平均受教育 11.28 ± 3.70 年)。以5岁段划分为7组,各年龄组文化水平基本匹配。

2.2 脑电记录

受试者坐位。单极引导双额 F3和 F4自发脑电信号,双耳连线为参考电极,前额正中接地,时间常数 0.3 秒,高频滤波 60 赫。应用航天医学工程研究所生产的多导生理仪与 FE-39A 型 Song 磁带记录仪连接,记录受试者安静闭目状态自发脑电信号 5 分钟。

2.3 认知能力测验

认知能力测验包括人机对话方式和言语—操作方式共 12 项认知作业。作业内容和操作方法另文已作详细介绍^[12]。测验结果包括心算、符号数字、数字鉴别和计数 4 项作业速度;心算、符号数字、矩阵填图、无意义图形再认、图象自由回忆、词对联想记忆、图象分类、卡片分类、视觉和听觉数字广度10项作业成绩。

2.4 数据分析

2.4.1 额区脑波年轻化特点的分析

磁带记录的两道脑电信号,经A/D转换后输入 486 计算机,应用功率谱分析程序进行分析。计算机采样间隔 7.8 毫秒,频率分辨率 0.25 赫,每次数据分 32 段进行平均处理,每段长 512 个样点。在此基础上,分析各年龄组额区 EEG 各频段功率的分配情况,以及 α 频段的特征参数。

2.4.2 额区脑波 α 频段特征参数与认知能力的相关性分析

考查所有被试双额脑波 α 频段特征参数值与各项认知能力测验结果之间的相关性。

3 结 果

3.1 额区脑波年轻化特点

各年龄组双额 EEG 各频段功率分配数据列于表 1 和表 2。从表内数据可以看出,随年老过程, α 功率呈增加趋势, δ 功率呈减少趋势;两者统计学考验均无显著性差异,但 α 功

表 1 各年龄组左额 EEG 各频段功率分配 (%)

年龄组(岁)	$\delta(1-3.9)$	$\theta(4-7.9)$	$\alpha(8-12.9)$	$\beta(13-39.9)$	人数
46—50	60.81 ± 13.17	12.93 ± 2.57	15.74 ± 10.19	10.52 ± 5.80	19
51—55	57.64 ± 13.25	14.81 ± 3.63	15.32 ± 10.38	12.23 ± 5.69	19
56—60	58.16 ± 12.52	13.08 ± 5.41	15.81 ± 8.49	12.95 ± 6.16	20
61—65	50.94 ± 16.33	12.80 ± 6.16	22.62 ± 14.09	13.64 ± 6.94	17
66—70	55.26 ± 13.74	11.34 ± 2.99	21.33 ± 12.18	12.07 ± 5.18	18
71—75	57.03 ± 18.26	12.78 ± 5.23	20.60 ± 13.26	9.59 ± 4.57	19
76—80	50.83 ± 23.08	14.52 ± 7.92	22.38 ± 14.73	12.27 ± 5.09	8

注: ①表内数据为平均值 \pm 标准差及各组人数下同;

②括号内 EEG 频率单位为 Hz, 表 2 同;

③ α 功率与年龄的相关系数值: $\gamma = 0.1858 (p < 0.05)$ 。

率与年龄呈显著正相关。 θ 和 β 功率波动无明显规律。

各年龄组双额脑波 α 峰频率数据列于表 3。由表 3 数据表明, 双额 α 峰频率随年老过程向低频方向移动, 与年龄呈显著负相关。

表 2 各年龄组右额 EEG 各频段功率分配 (%)

年龄组(岁)	$\delta(1-3.9)$	$\theta(4-7.9)$	$\alpha(8-12.9)$	$\beta(13-39.9)$
46—50	61.92 ± 12.62	13.03 ± 2.69	14.87 ± 9.64	10.18 ± 5.46
51—55	59.80 ± 12.75	14.61 ± 5.05	14.31 ± 7.03	11.28 ± 6.37
56—60	59.98 ± 13.61	12.34 ± 4.09	15.48 ± 9.15	12.20 ± 5.17
61—65	55.73 ± 15.10	11.52 ± 3.48	20.37 ± 12.64	12.38 ± 7.40
66—70	54.00 ± 16.19	11.42 ± 4.67	22.36 ± 12.99	12.22 ± 4.91
71—75	57.44 ± 17.94	11.95 ± 4.60	20.43 ± 13.21	10.18 ± 5.97
76—80	49.71 ± 20.15	15.16 ± 7.14	22.89 ± 13.37	12.24 ± 5.10

注: α 功率与年龄的相关系数值: $\gamma = 0.2407(p < 0.01)$ 。

表 3 各年龄组额区脑波 α 峰频率的比较 (Hz)

年龄组(岁)	左 额	右 额
46—50	9.71 ± 0.50	9.55 ± 0.64
51—55	9.80 ± 1.06	9.84 ± 1.10
56—60	9.83 ± 1.03	9.74 ± 1.06
61—65	9.62 ± 1.05	9.62 ± 1.05
66—70	9.56 ± 0.56	9.49 ± 1.01
71—75	8.99 ± 0.77**	8.95 ± 0.77*
76—80	8.78 ± 0.86***	8.81 ± 0.89*

注: 1) 与 46—50 岁组相比较: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$,

表 4—表 7 数据统计学显著性注解同此。

2) 与年龄的相关系数值: 左额 α 峰频率 $\gamma = -0.3086(p < 0.001)$,

右额 α 峰频率 $\gamma = -0.2965(p < 0.001)$ 。

3.2 额区脑波 α 频段特征参数与认知作业测验结果的相关性

12项认知作业测验结果列于表 4 至表 7。表现为心算、符号数字、数字鉴别和计数 4 项作业速度随年老明显减慢, 视觉数字广度、听觉数字广度、词对联想记忆、图象自由回忆作业成绩随年老不同程度地明显下降, 心算、符号数字、矩阵填图、无意义图形再认、图象分类和卡片分类作业成绩不随年老明显降低。

表 4 各年龄组人机对话方式四项作业完成时间的比较 (秒)

年龄组	心 算	符号数字	数字鉴别	计 数
46-50	3.66 ± 0.57	17.04 ± 2.24	1.18 ± 0.20	6.94 ± 1.46
51-55	4.98 ± 2.21*	20.20 ± 5.95*	1.42 ± 0.41~*	7.95 ± 2.05
56-60	6.17 ± 3.01***	25.17 ± 10.33**	1.54 ± 0.40***	8.47 ± 1.69**
61-65	6.01 ± 2.44***	24.75 ± 6.78***	1.62 ± 0.30***	9.73 ± 2.26***
66-70	6.33 ± 2.56***	27.43 ± 13.35***	1.78 ± 0.45***	9.59 ± 2.58***
71-75	7.18 ± 3.75***	31.04 ± 11.33***	1.93 ± 0.48***	10.91 ± 2.45***
76-80	7.85 ± 3.65**	34.23 ± 14.66**	2.24 ± 0.77**	11.37 ± 3.74**

考查了所有被试双额脑波 α 频段特征参数值与各项认知作业测验结果之间的相关性, 所得结果列于表 8。由表 8 数据表明, 符号数字和计数作业速度与双额脑波 α 峰频率相关性显著, 数字鉴别作业速度与左额 α 峰频率相关性显著, 图象自由回忆成绩与双额 α 峰频率、及右额 α 功率相关性显著。

表 5 各年龄组人机对话方式五项作业成绩的比较

年龄组 (岁)	心算 (%)	符号数字 (%)	视觉数字广度 (位数)	矩阵填图 (%)	无意义图形再认 (%)
46—50	94.74±6.97	94.61±5.73	7.95±1.84	72.63±23.06	72.18±16.13
51—55	93.68±6.84	90.79±7.55	6.63±1.21*	68.42±15.73	68.42±25.46
56—60	92.50±10.70	89.38±9.06	6.85±1.60	69.50±19.86	65.00±26.00
61—65	96.11±5.02	93.06±6.33	6.82±1.24*	70.00±16.09	68.07±23.97
66—70	91.11±9.63	91.94±9.57	6.44±1.29**	70.00±18.47	63.49±17.82
71—75	93.16±10.03	90.79±9.61	6.47±1.22**	71.58±22.92	65.41±25.72
76—80	95.00±5.35	81.56±12.88	5.88±1.73*	66.25±19.23	62.50±18.61

表 6 各年龄组言语—操作方式三项作业成绩的比较

年龄组 (岁)	听觉数字广度 (位数)	图象自由回忆 正确率(%)	词对联想记忆 (%)
46—50	8.05±1.78	79.47±13.93	72.11±14.75
51—55	6.95±1.31*	76.84±12.50	54.21±25.24*
56—60	7.60±1.19	75.50±15.04	70.50±19.86
61—65	7.18±1.07	72.94±15.32	64.71±20.95
66—70	6.56±1.20**	69.44±14.34*	65.00±16.18
71—75	6.89±1.24*	68.42±11.19*	56.84±15.29**
76—80	6.75±1.28*	61.25±8.35***	50.00±22.68*

表 7 各年龄组两项分类作业成绩的比较(正确百分率)

年龄组 (岁)	图象分类(%)		卡片分类(%)		
	分为 3 类	分为 5 类	形 状	大 小	非彩色
46—50	60.53±35.66	87.37±24.23	100.00±0	78.95±38.43	100.00±0
51—55	60.53±31.53	90.53±18.10	100.00±0	76.32±38.62	100.00±0
56—60	60.00±38.39	89.00±18.89	100.00±0	65.00±40.07	100.00±0
61—65	58.82±31.80	95.29±11.25	100.00±0	85.29±34.30	94.12±24.25
66—70	52.78±31.96	85.56±22.55	100.00±0	75.00±39.30	88.89±32.34
71—75	76.32±38.62	88.42±21.41	100.00±0	71.05±38.43	86.84±32.67
76—80	37.50±44.32	70.00±33.81	100.00±0	56.25±49.55	100.00±0

表 8 额区脑波 α 频段特征参数与作业时间及作业成绩之间的相关系数

作 业	峰频率(Hz)		功率(%)	
	左额	右额	左额	右额
符号数字(时间)	-0.2504**	-0.2353**	—	—
数字鉴别(时间)	-0.1820*	—	—	—
计数(时间)	-0.2345**	-0.2206*	—	—
图象自由回忆(成绩)	0.2351**	0.2081*	—	0.2103*

注: 显著性水平 * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$; 无显著性水平的数据从略。

4 讨 论

如前言所述,α节律减慢是自发脑波老化的一项重要指标。然而,也有研究报告经严格选择的健康老年个体α节律并不减慢,因而认为老年人α节律减慢可能反映潜在的病理状态^[5,6]。按照Katz(1982)的观点,老年个体α峰频率低于8赫便属于病理状态^[6]。我们的研究观察到双额α峰频率随年老减慢,与年龄呈负相关,70岁后明显低移;并且发现3例男性被试(1例75岁,2例80岁)α峰频率低于8赫,但认知能力测验结果并非异常,全部或大部分测验值在该年龄组正常范围(平均值±标准差)内。综合有关文献资料和该研究结果,我们认为年老过程的个体差异很大,多数基本健康的老年个体有α节律减慢的特征,但某些非常健康的老年个体α节律可能并不减慢。因此,尚无足够证据可以断言老年个体脑波α峰频率低于8赫就属于病理状态。

已有研究报告枕区脑波α功率随年老明显下降^[13,14]。我们初步观察到额区脑波α功率随年老有增加趋势。从脑波α功率空间构型变化的角度分析上述结果,可以考虑α功率随年老过程可能从枕区向额区前移。我们在最近完成的一项成人脑波超慢涨落随年龄变化特点的研究中,观察到脑波超慢涨落功率随年老从枕区向额区前移的过程*,支持梅磊总结大量研究资料提出的人脑功能毕生发展的额化原理^[10,15]。

本项研究观察到作业速度与额区脑波α峰频率显著相关,而作业成绩与α峰频率关系甚微,仅图像自由回忆成绩与额区α峰频率相关性显著。该结果表明,作业速度(包括外周感觉—运动过程速度和中枢信息加工过程速度两个部分)是与脑生理功能直接相关联的,为认知速度是评价认知功能老化程度的一项重要指标提供初步的实验依据。

认知活动是非常复杂的脑活动过程,该工作仅对额区脑波老化特点与某些认知功能的相关性做了初步探讨,且75—80岁组人数较少,所得出的倾向性看法是很初步的,需要进一步验证。而且,今后不仅应对枕区、颞区……,及脑波时空构型特点进行研究,而且要进一步应用新的脑波分析技术,提取脑波中所蕴含的极为丰富的信息,方能逐步揭示由脑波活动所反映的认知功能老化过程中脑功能生理指标的一个侧面。

参 考 文 献

- 1 Otomo E. Electroencephalography in old age, dominant alpha pattern. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 1966, 21, 489—491.
- 2 Obrist W D. Electroencephalographic changes in normal aging and dementia. In: Hoffmeister H et al eds. *Brain function in old age*, Springer-Verlag, Berlin, 1979, 102—111.
- 3 Breslau J, Starr A, Sicotte N et al. Topographic EEG changes with normal aging and SDAT. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 1989, 72, 281—289.
- 4 Arenas A M, Brenner R P, Reynolds C F. Temporal slowing in the elderly revisited. *American Journal of Electroencephalography Technology*, 1986, 26, 105—114.
- 5 Katz RI, Horowity G R. Electroencephalogram in the septuagenarian, studies in a normal geriatric population. *Journal of the American Geriatrics Society*, 1982, 3(4): 273—275.
- 6 Duffy F H, Albert M S, McAnulty G et al. Age related differences in brain electric-

* 刘昌硕士论文“正常成人脑波超慢涨落图随龄变化特点的研究”,1995。

- al activity of healthy subjects. *Annals of Neurology*, 1984, 16, 430—438.
- 7 Ono K, Memeya G, Shimada D et al. EEG correlation with intelligence test performance in senescence: A pattern discriminative approach. *International Journal of Neuroscience*, 1982, 16, 47—52.
 - 8 Williamson P C, Merskey H, Morrison S et al. Quantitative electroencephalographic correlates of cognitive decline in normal elderly subjects. *Archives of Neurology*, 1990, 47, 1185—1188.
 - 9 Soininen H, Partanen V J, Helkala E L et al. EEG findings in senile dementia and normal aging. *Acta Neurology Scandinavia*, 1982, 65, 59—70.
 - 10 梅磊. 空间脑科学研究. *空间科学学报*, 1984, 4(4), 324—329.
 - 11 刘颀龙. 大脑前额叶与思维. *自然杂志*, 1986, 9(10), 740—744.
 - 12 李德明, 孙福立, 卫星等. 认知作业老龄化的比较研究. *心理学报*, 1994, 26(2), 184—189.
 - 13 Gratton G, Alessandro E P, Monica F et al. Functional correlates of a three-component spatial model of the alpha rhythm. *Brain Research*, 1992, 582, 159—162.
 - 14 Shearer D E, Emmerson R Y, Dustman R E. EEG relationships to neural aging in the elderly: overview and bioligraphy. *American Journal of Electroencephalography Technology*, 1989, 29, 43—63.
 - 15 梅磊. 人脑潜在能力的开发. *自然杂志*, 1984, 7(11), 809—815.

FRONTAL EEG CHARACTERS IN AGING AND ITS CORRELATIVITY WITH SOME COGNITIVE ABILITIES

Li Deming

(*Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences*)

Sun Fuli Jiao Yan

(*Xiyuan Hospital, Academy of Traditional Chinese Medicine*)

Abstract

A study on the frontal EEG characters in aging and its correlativity with some cognitive abilities was accomplished on 120 subjects of 46 to 80 years of age. The cognitive ability test consisted of 12 tasks and included 4 items of speed and 10 items of performance, total 14 indexes. The results indicated, 1) The alpha peak frequencies slowed down and the alpha powers showed with age a tendency of increase in the left and right frontal areas, 2) The speeds of three tasks correlated significantly with the alpha peak frequencies in both the frontal areas, but only the performance of "free recall of picture" correlated with the alpha peak frequency in both the frontal areas and the alpha power in the right area in aging.

Key words electroencephalogram, cognitive ability, aging.