

脑电波记忆加工指数在不同特征人群中分布特点研究

吴一兵

【摘要】 目的 分析脑电波记忆加工指数在不同特征人群中的分布特点。方法 2013年6月—2017年12月,从学校、企业或机构、社区、大型展会选取健康人18 164例作为建模对象,根据年龄分为A组(<7岁, $n=231$)、B组(7~9岁, $n=544$)、C组(10~13岁, $n=1 159$)、D组(14~24岁, $n=2 179$)、E组(25~39岁, $n=5 609$)、F组(40~65岁, $n=6 472$)、G组(66~80岁, $n=1 522$)、H组(>80岁, $n=448$);选取年龄 ≥ 65 岁的老年痴呆患者76例(a组)、北京市某医院确诊的心脏病患者1 237例(b组)、河北省某小学学生584例(c组)、北京市某重点大学学生483例(d组)、北京市某医院重症监护病房昏迷患者135例(e组)、脑病患儿98例(f组)、北京市某医院全身麻醉维持期患者94例(g组)、河北省某大学附属小学参与推优的学生91例(h组)、北京市某医院肝性脑病患者68例(i组)作为研究对象,并分别从建模对象中选取年龄、性别相匹配的受试者作为对照a组76例、对照b组1 237例、对照c组584例、对照d组483例、对照e组135例、对照f组98例、对照g组94例、对照h组91例、对照i组68例。采用HXD-I多功能组合式监护仪采集所有受试者脑电波,采用小波算法脑电分析软件包1.0版处理采集到的脑电信号并自动计算记忆加工指数。比较不同年龄段建模对象记忆加工指数,不同研究对象与对照者记忆加工指数。结果 A组记忆加工指数低于B、C、D、E、F、G、H组($P<0.05$);B组记忆加工指数低于C、D、E、F、G、H组($P<0.05$);C组记忆加工指数低于D、E、F组,高于G、H组($P<0.05$);D、E组记忆加工指数高于F、G、H组($P<0.05$);F组记忆加工指数高于G、H组($P<0.05$);G组记忆加工指数高于H组($P<0.05$)。随着年龄增长,记忆加工指数呈先升高、后降低的“反U字形”趋势。a、b、e、f、i组记忆加工指数分别低于对照a、b、e、f、i组($P<0.05$);c、d、g、h组记忆加工指数分别高于对照c、d、g、h组($P<0.05$)。结论 随着年龄增长,记忆加工指数呈先升高、后降低的“反U字形”趋势,符合人体生命周期中记忆能力的客观变化规律,且不同特征人群记忆加工指数呈特异性变化。

【关键词】 脑电波;记忆加工指数;特征人群

【中图分类号】 R 446.9 **【文献标识码】** A DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2018.05.010

吴一兵.脑电波记忆加工指数在不同特征人群中分布特点研究[J].实用心脑血管病杂志,2018,26(5):43-46. [www.syxnf.net]

WU Y B. Distribution feature of EEG memory processing index in different population groups [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2018, 26 (5) : 43-46.

Distribution Feature of EEG Memory Processing Index in Different Population Groups WU Yi-bing

Beijing Yifei Huatong Technology Development Co.LTD, Beijing 100044, China

【Abstract】 Objective To analyze the distribution feature of EEG memory processing index in different population groups. **Methods** From June 2013 to December 2017, a total of 18 164 healthy people were selected as modeling objects from school, enterprise or organization, community, large-scale exhibition, and they were divided into A group (less than 7 years old, $n=231$), B group (7 to 9 years old, $n=544$), C group (10 to 13 years old, $n=1 159$), D group (14 to 24 years old, $n=2 179$), E group (25 to 39 years old, $n=5 609$), F group (40 to 65 years old, $n=6 472$), G group (66 to 80 years old, $n=1 522$), H group (over 80 years old, $n=448$) according to the age; research objects were selected as follow: 76 elderly dementia patients equal or over ≥ 65 years old as a group, 1 237 heart disease diagnosed in a hospital in Beijing as b group, 584 pupils in a school in Hebei Province as c group, 483 undergraduates in a key university in Beijing as d group, 135 coma patients in ICU in a hospital in Beijing as e group, 98 children with encephalopathy as f group, 94 patients under general anesthesia maintenance phase as g group, 91 well-chosen pupils in a attached primary school of a university in Hebei Province as h group, 68 hepatic encephalopathy patients in a hospital in Beijing as i group, meanwhile age and gender matched subjects were selected as control-a group ($n=76$), control-b group ($n=1 237$), control-c group ($n=584$), control-d group ($n=483$), control-e group ($n=135$), control-f group ($n=98$), control-g group ($n=94$), control-h group ($n=91$), control-i group ($n=68$) from the modeling objects. HXD-I multi-function combined monitor was used to carry out the EEG examination, then memory processing index was calculated by wavelet method and EEG software package 1.0. Memory processing index was compared in modeling objects with different age, between research objects and corresponding control subjects. **Results** Memory processing index in A group was statistically significantly lower than that in B group, C group, D group, E group, F group, G group

and H group, respectively ($P < 0.05$); memory processing index in B group was statistically significantly lower than that in C group, D group, E group, F group, G group and H group, respectively ($P < 0.05$); memory processing index in C group was statistically significantly lower than that in D group, E group, F group, G group and H group, respectively ($P < 0.05$); memory processing index in D group and E group was statistically significantly higher than that in F group, higher than that in G group and H group, respectively ($P < 0.05$); memory processing index in F group was statistically significantly higher than that in G group and H group, respectively ($P < 0.05$); memory processing index in G group was statistically significantly higher than that in H group ($P < 0.05$). As age grew, memory processing index performed as first increased and decreased afterwards tread, just looked like a inversed "U". Memory processing index in a group, b group, e group, f group and i group was statistically significantly lower than that in control-a group, control-b group, control-e group, control-f group, control-i group, respectively ($P < 0.05$); memory processing index in c group, d group, g group, h group was statistically significantly higher than that in control-c group, control-d group, control-g group, control-h, respectively ($P < 0.05$). **Conclusion** As age grows, memory processing index performs as first increased and decreased afterwards tread, just looks like a inversed "U", which is accord with the law of objective change of memory ability in human life cycle, and memory processing index may occur specific change in different population groups.

【Key words】 Brain waves; Memory processing index; Characteristic crowd

记忆是指人类对过去知识经验进行保存并为当前目的从中提取使用的一种认知方式,按存储时间分为感觉记忆、短时记忆、长时记忆^[1]。长时记忆信息来源包括短时记忆阶段加以复述的内容或由于印象深刻一次形成的内容,存储时间 ≥ 1 min,一般能保持多年甚至终生。人们进行学习、记忆、思考及解决问题等高级认知活动时,一般需要一个暂时的信息加工与储存机制来保存被激活的信息表征,以备进一步加工^[1]。1974年Baddeley等提出了“工作记忆”概念,其是一个位于知觉、记忆与计划交界的重要系统,信息可在其中进行短时存储、频繁更新及快速提取^[2]。近年有学者发现了一种新的工作记忆形式——优先长期记忆,其存在于突触中^[3-4]。

脑电图检查是一种无创、安全的检查方法,可采集脑电波信号^[3]。脑电波信号包含了大脑状态和认知、情感活动等信息,可反映疼痛、认知、情绪状态^[5-6],其计算方法包括利用二阶谱分析技术的双频谱算法、利用复杂度计算的熵算法、利用模式识别的模糊控制算法及小波算法等^[7]。既往研究采用小波算法,从尺度窗口、复杂度及时域3个维度解析脑电波,通过自动提取大样本健康人大脑发育、焦虑、抑郁、疼痛、镇静、抑制、兴奋、学习、记忆、老化时的脑电波,并建立常模值,以全面客观定量分析脑功能、脑能力、性格、情绪、睡眠质量、用脑习惯、身心压力等^[8-12]。记忆加工指数是大脑处于记忆前准备状态在脑电波中的综合反映,能定量分析处于工作记忆与长时记忆间的脑代谢状态,也可作为反映优先长期记忆的指标^[8]。本研究使用脑电技术从脑电波中提取记忆加工指数,并建立记忆加工指数常模值,旨在分析记忆加工指数在不同人群中的分布情况,现报道如下。

1 对象与方法

1.1 对象来源

1.1.1 建模对象 2013年6月—2017年12月,从学校、

企业或机构、社区、大型展会选取健康人18 164例,其中学校2 412例,企业或机构11 064例,社区1 660例,大型展会3 028例;根据年龄分为A组(< 7 岁, $n=231$)、B组(7~9岁, $n=544$)、C组(10~13岁, $n=1 159$)、D组(14~24岁, $n=2 179$)、E组(25~39岁, $n=5 609$)、F组(40~65岁, $n=6 472$)、G组(66~80岁, $n=1 522$)、H组(> 80 岁, $n=448$)。排除标准:

(1)伴有精神系统疾病、中枢及外周神经系统疾病者;
(2)长期服用阿片类药物者;(3)患有呼吸系统疾病、循环系统疾病、代谢性疾病者;(4)不能配合本研究者。所有建模对象对本研究知情并签署知情同意书。

1.1.2 研究对象 2013年6月—2017年12月,选取年龄 ≥ 65 岁的老年痴呆患者76例(a组),北京市某医院确诊的心脏病患者1 237例(b组),河北省某小学生584例(c组),北京市某重点大学学生483例(d组),北京市某医院重症监护病房昏迷患者135例(e组),脑病患儿98例(f组),北京市某医院全身麻醉维持期患者94例(g组),河北省某大学附属小学参与推优的学生91例(h组),北京市某医院肝性脑病患者68例(i组)。分别从建模对象中选取年龄、性别相匹配的受试者作为对照a组76例、对照b组1 237例、对照c组584例、对照d组483例、对照e组135例、对照f组98例、对照g组94例、对照h组91例、对照i组68例。所有受试者知情并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 脑电信号采集 使用北京易飞华通科技开发有限公司生产的HXD-I多功能组合式监护仪采集所有受试者脑电波,并记录其性别、年龄等基本信息。具体步骤如下:清洁受试者前额及耳后乳突皮肤,参照国际通用头皮电极定位10/20系统法,将无创脑电电极分别置于前额双眉中心点上方约2 cm(FZ)、双侧眉弓上方(左侧FP1,右侧FP2),参考电极置于双侧乳突位(左侧

C1, 右侧 C2); 将采集到的信号同步传入下一级差分放大电路, 并连续记录 6 min 脑电信号; 然后采用北京易飞华通科技开发有限公司生产的小波算法脑电分析软件包 1.0 版处理采集到的脑电信号, 自动计算记忆加工指数^[8]。

1.2.2 记忆加工指数常模值建立 收集建模对象的记忆加工指数, 由于数据呈偏态分布, 故通过百分位数方法建立记忆加工指数常模值, 记忆加工指数的量程为 0~50, 以第 90 百分位数作为常模临界分值的划定, 常模值为 3~10, 其中各区间的意义为: (1) <3: 在本次测试过程中记忆加工能力没有体现; (2) 3~10: 在本次测试过程中有记忆加工能力体现; (3) 11~20: 大脑记忆加工能力优秀; (4) >20: 大脑记忆加工能力超常。

1.3 统计学方法 采用 SPSS 20.0 统计软件进行数据处理, 非正态分布的计量资料以 $M(QR)$ 表示, 采用秩和检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同年龄段健康人群记忆加工指数常模值 A 组记忆加工指数为 0 (1), B 组记忆加工指数为 1 (5), C 组记忆加工指数为 5 (6), D 组记忆加工指数为 7 (9), E 组记忆加工指数为 7 (8), F 组记忆加工指数为 6 (8), G 组记忆加工指数为 3 (7), H 组记忆加工指数为 2 (6)。不同年龄段人群记忆加工指数比较, 差异有统计学意义 ($H=1326.953, P < 0.05$); A 组记忆加工指数低于 B、C、D、E、F、G、H 组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); B 组记忆加工指数低于 C、D、E、F、G、H 组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); C 组记忆加工指数低于 D、E、F 组, 高于 G、H 组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); D、E 组记忆加工指数高于 F、G、H 组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); F 组记忆加工指数高于 G、H 组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); G 组记忆加工指数高于 H 组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。随着年龄增长, 记忆加工指数呈先升高、后降低的“反 U 字形”趋势, 见图 1。

2.2 不同特征人群记忆加工指数比较 a、b、e、f、i 组记忆加工指数分别低于对照 a、b、e、f、i 组, c、d、

g、h 组记忆加工指数分别高于对照 c、d、g、h 组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$, 见表 1)。

3 讨论

“工作记忆”是指完成当前任务时大脑即刻信息处理能力、对相关信息短期加工及储存能力, 通过检索和提取与长期记忆内容相匹配的知识并将其储存在工作记忆内而使知识内容形成交汇关联, 从而使大脑得出符合逻辑的分析判断, 其具有内存功能、部分中央处理器功能及容量限制^[13]。既往研究表明, 工作记忆容量可能与智商有关, 且提高工作记忆容量上限的难度较大^[14]。大脑额叶皮质、顶叶皮质、前扣带回和基底核是与工作记忆相关的重要区域^[15]。神经系统影像学检查表明, 大脑进行复杂工作时额叶可能是进行分析处理的重要部位, 其在长期和短期记忆间的转换中发挥了重要作用^[15-16]。“优先长期记忆”是工作记忆向长期记忆转换过程中的中间状态, 即为“记忆前准备状态”^[3]。记忆加工指数是客观定量测量“记忆前准备状态”的有效指标, 具有客观、科学、定量、规范地测量大脑记忆加工能力、认知水平等作用。

HXD-I 多功能组合式监护仪主要监测前额叶的脑电信号, 采集受试者 6 min 内脑电数据, 通过小波算法、

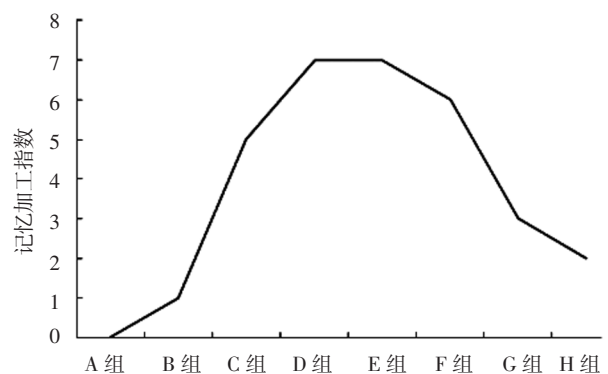


Figure 1 Distribution trend of memory processing index in healthy people with different age

Table 1 Comparison of memory processing index in different population groups

组别	例数	记忆加工指数	组别	例数	记忆加工指数	组别	例数	记忆加工指数	组别	例数	记忆加工指数
对照 a 组	76	3.0 (5.5)	对照 b 组	1237	6.0 (9.0)	对照 c 组	584	3.5 (7.0)	对照 d 组	483	8.0 (9.0)
a 组	76	0.5 (2.0)	b 组	1237	4.0 (7.0)	c 组	584	5.0 (4.0)	d 组	483	10.0 (8.0)
Z 值		-5.058	Z 值		-9.646	Z 值		-5.050	Z 值		-4.247
P 值		<0.001	P 值		<0.001	P 值		<0.001	P 值		<0.001
对照 f 组	98	0 (4.0)	对照 g 组	94	7.0 (9.0)	对照 h 组	91	4.0 (4.0)	对照 i 组	68	4.0 (6.5)
f 组	98	0	g 组	94	29.0 (22.0)	h 组	91	6.0 (7.0)	i 组	68	0 (3.5)
Z 值		-4.637	Z 值		-9.315	Z 值		-2.894	Z 值		4.841
P 值		<0.001	P 值		<0.001	P 值		0.004	P 值		<0.001

谱算法、波形分析、混沌算法等分析实时脑状态客观定量元数据不同组合、不同脑电波导联间的相互关系，并计算记忆加工指数，以反映大脑记忆加工能力，具有较好的解剖学基础。目前，小波分析理论是最适合分析和计算脑电波的方法，其能较准确地反映大脑更多信息。

本研究结果显示，随着年龄增长，记忆加工指数呈先升高、后降低的“反U字形”趋势，即儿童与老年人的记忆加工指数较低，而中青年的记忆加工指数较高，提示记忆加工指数能客观反映人体生命周期中记忆能力的变化。

本研究结果显示，f组记忆加工指数低于对照f组，c、d、h组记忆加工指数分别高于对照c、d、h组，提示脑病患者记忆加工指数降低，小学学生、重点大学学生及小学参与推优的学生记忆加工指数较高，究其原因可能为记忆加工指数与智力有关，智力作为人体认识、理解客观事物并运用知识、经验等解决问题的能力，除遗传因素外，教育对智力的发展具有主导作用。本研究结果还显示，a、b、e、i组记忆加工指数分别低于对照a、b、e、i组，g组记忆加工指数高于对照g组，提示老年痴呆、心脏病、昏迷、肝性脑病患者记忆加工指数降低，全身麻醉维持期患者记忆加工指数升高，究其原因因为老年痴呆患者存在明显的记忆障碍，其缺陷涉及记忆功能多个方面，造成记忆加工指数降低^[17]；心脏病患者可能存在不同程度脑功能损伤^[18]；昏迷患者大脑记忆加工能力丧失是记忆加工指数降低的原因；肝性脑病患者血氨增高导致脑内部分氨基酸减少或循环障碍，进而造成大脑记忆加工能力丧失；全身麻醉患者大脑在麻醉药物作用下形成了倍增的记忆准备状态，导致记忆加工指数升高^[19]。

综上所述，随着年龄增长，记忆加工指数呈先升高、后降低的“反U字形”趋势，符合人体生命周期中记忆能力的客观变化规律，且不同特征人群记忆加工指数呈特异性变化。

本文无利益冲突。

参考文献

[1] 王甦, 汪安圣. 认知心理学(重排本) [M]. 北京: 北京大学出版社, 2006.

[2] JONIDES J, LACEY S C, NEE D E. Processes of Working Memory in Mind and Brain [J]. *Current Directions in Psychological Science*, 2005, 14 (1): 2-5.

[3] ROSE N S, LAROCQUE J J, RIGGALL A C, et al. Reactivation of latent working memories with transcranial magnetic stimulation [J]. *Science*, 2016, 354 (6316): 1136-1139. DOI: 10.1126/science.aah7011.

[4] STONE J L, HUGHES J R. Early history of electroencephalography and establishment of the American Clinical Neurophysiology Society [J]. *J Clin Neurophysiol*, 2013, 30 (1): 28-44. DOI: 10.1097/WNP.0b013e31827edb2d.

[5] 王飞宇, 吴松涛, 王璟. 疼痛与大脑活动的关系: 基于脑电图

的研究 [J]. *中国疼痛医学杂志*, 2013, 19 (7): 420-424. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9852.2013.07.009.

[6] 杜智超. 基于脑电的情绪研究 [D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2013.

[7] PADMAVATHI R, RANGANATHAN V. A Review on EEG Based Brain Computer Interface Systems [J]. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2014, 4 (4): 683-686.

[8] 吴一兵. 脑电波中疼痛、焦虑、抑郁等定量指数组的提取 [J]. *中国医学工程*, 2017, 25 (4): 1-7. DOI: 10.19338/j.issn.1672-2019.2017.04.001.

[9] 冯雪, 袁洁, 李四维, 等. 比较两种测量方法对心脏外科手术前患者焦虑抑郁的评估结果 [J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2016, 8 (11): 1386-1388, 1390. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4055.2016.11.29.

[10] 田雪, 安海燕, 冯艺, 等. 老年患者围术期脑功能状态定量监测特征及其与术后认知功能障碍的关系 [J]. *中华麻醉学杂志*, 2015, 35 (2): 191-193. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1416.2015.02.013.

[11] 罗非, 罗劲, 吴一兵, 等. 脑功能可塑性 with 灾后心理功能康复 [J]. *心理科学进展*, 2009, 17 (3): 594-601.

[12] REN J, HUANG Z, LUO J, et al. Meditation promotes insightful problem-solving by keeping people in a mindful and alert conscious state [J]. *Sci China Life Sci*, 2011, 54 (10): 961-965. DOI: 10.1007/s11427-011-4233-3.

[13] 管欣, 梁析, 王峰, 等. 以问题为基础的学习与传统教学对学生长期记忆效果及临床实习能力的影响 [J]. *中华医学教育探索杂志*, 2015, 14 (2): 190-194. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2015.02.022.

[14] JOHNSON M K, MCMAHON R P, ROBINSON B M, et al. The relationship between working memory capacity and broad measures of cognitive ability in healthy adults and people with schizophrenia [J]. *Neuropsychology*, 2013, 27 (2): 220-229. DOI: 10.1037/a0032060.

[15] 王秀珍, 郎淑雷. 在记忆过程中额叶与信息粒度的交互作用 [J]. *哈尔滨商业大学学报(自然科学版)*, 2010, 26 (3): 338-342. DOI: 10.3969/j.issn.1672-0946.2010.03.022.

[16] HANYPSIAK B T. Practice Makes Perfect? [J]. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 2017, 46 (5): 216.

[17] 刘海洪, 刘哲宁. 老年痴呆患者的记忆缺陷 [J]. *中国临床康复*, 2005, 9 (28): 156-157. DOI: 10.3321/j.issn: 1673-8225.2005.28.070.

[18] 杜柏, 胡元会, 褚瑜光, 等. 冠心病心衰气阴两虚型 RAAS 激活对心功能及脑血流的影响 [J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2016, 14 (16): 1885-1887. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1349.2016.16.019.

[19] HAUER D, RATANO P, MORENA M, et al. Propofol enhances memory formation via an interaction with the endocannabinoid system [J]. *Anesthesiology*, 2011, 114 (6): 1380-1388. DOI: 10.1097/ALN.0b013e31821c120e.

(收稿日期: 2017-02-05; 修回日期: 2018-05-15)
(本文编辑: 李洁晨)