

基于脑电反馈训练改善轻度认知功能障碍综合症的脑功能状态研究^①

李向东^{②*} 安占周^{***} 王佳名^{*} 李宏兵^{*} 马 峥^{*} 曹 凯^{*} 张晓红^{*} 李 昕^{③**}

(* 惠斯安普医学系统股份有限公司 秦皇岛 066000)

(** 燕山大学电气工程学院生物医学工程研究所 秦皇岛 066004)

摘 要 阿尔茨海默病(AD)作为典型的脑功能障碍性疾病,严重影响患者的工作与生活。轻度认知功能障碍综合症(MCI)作为阿尔茨海默病的前期症状,对其干预治疗对延缓病情具有重要作用。本文基于记忆力障碍训练仪中的意念力游戏训练系统对 20 名确诊的轻度认知功能障碍患者进行干预治疗,采集其脑电信号,提取并分析近似熵和相干性两种脑电特征。结果表明:两个疗程干预后的脑电信号近似熵与相干性均高于干预前,且除近似熵的 F3、F8 通道和相干性的 F3-F4 和 T3-T4 两组对应通道外,其余均具有显著性差异($P<0.05$)。由此得出记忆力障碍训练仪对轻度认知障碍的干预训练增大了脑电近似熵与对应通道相干性,提高了脑电复杂性,增强了脑电信号(EEG)同步性,能够改善轻度认知障碍症状,且具有显著效果的结论。

关键词 阿尔茨海默病(AD),轻度认知功能障碍综合症(MCI),脑电信号(EEG),近似熵(ApEn),相干性

0 引 言

阿尔茨海默病(Alzheimer's disease,AD),又称老年性痴呆症,是一种神经退行性、可致死性、常发于老年人群的持续性高级神经功能活动障碍^[1,2],其发病原因与遗传和神经生理因素有关^[3],通常病情呈逐渐加重,并使患者逐渐丧失独立生活能力,严重影响患者的生存状况和生活质量,严重者可能导致死亡^[4]。轻度认知功能障碍综合症(mild cognitive impairment,MCI)作为阿尔茨海默病的临床早期症状,是处于正常脑老化与痴呆之间的一种不稳定的认知损害状态,患者日常生活能力正常,但有轻度记忆或认知能力损害,未达到痴呆^[5]。

轻度认知功能障碍综合症向阿尔茨海默病的转化率是正常人的 10 倍^[3]。Petersen 等人^[6]研究表

明,对轻度认知功能障碍综合症患者进行干预治疗,可以降低其一年内向阿尔茨海默病转化的概率。Turriziani 等人^[7]发现用 1 Hz 重复经颅磁刺激(repeated transcranial magnetic stimulation, rTMS)刺激右脑背外侧前额叶可以改善正常人再认反应时和轻度认知功能障碍患者的再认准确率。Haffen 等人^[8]研究发现 10 Hz 重复经颅磁刺激刺激阿尔茨海默病患者左侧额叶背外侧皮层可以改善患者的情景记忆障碍。

脑电信号(electroencephalogram,EEG)特征分析作为轻度认知功能障碍早期辅助诊断与干预治疗方法^[9],以其检测时的无创性、高时间分辨率、侧重时间上的信息传递和处理、有良好的空间分布特性等特有的优势,越来越引起该领域学者的重视,为轻度认知功能障碍的研究提供了有效手段。如 Dauwels 等人^[10]发现,相对于年龄相仿的健康被试者而言轻

① 国家自然科学基金(51677162),中国博士后科学基金(2014M550582)和河北省自然科学基金(F2019203515)资助项目。
② 男,1984 年生,硕士,高级工程师;研究方向:医学信息处理;E-mail: 1010415135@qq.com
③ 通信作者,E-mail: yddylixin@ysu.edu.cn
(收稿日期:2018-09-21)

度认知功能障碍患者的脑电随机事件同步值明显降低。Lopez 等人^[11]分析不同亚型轻度认知功能障碍患者和对照组的脑电功率谱,发现轻度认知功能障碍患者的脑电特点主要表现为 α 频段活动减少, θ 频段和 δ 频段活动增加,尤以颞叶和颞顶区域效果显著。Liu 等人^[12]应用 oddball 范式分析了轻度认知功能障碍组和老年对照组任务相关神经振荡的变化与皮层连接的变化,发现两组在 θ 频段上的神经振荡及连接强度存在显著性差异,轻度认知功能障碍组 θ 振荡能量明显低于对照组。而在对认知功能障碍的脑电信号干预研究方面,Herrman 等人^[13]通过实验发现:干预训练认知功能障碍患者脑电信号 α 频段可以有效改善受试者的认知功能,且在训练中 α 频段的幅值呈现出一定的上升趋势。

近几年,针对轻度认知功能障碍的干预治疗受到了广泛关注,脑电干预作为一种非药物、非侵入性的无创干预措施引起学者们越发重视。本文基于一种全新的无创性神经反馈记忆力障碍训练仪,对 20 名轻度认知功能障碍患者进行为期 10 d 的干预实验,实验分为两个疗程,期间采集受试者干预前与每个疗程后的脑电数据。基于近似熵和相干性进行脑电特征提取分析,从脑电复杂度与脑电相干性这两个方面来研究干预前后的脑电特征变化,验证记忆力障碍训练仪对轻度认知功能障碍的干预治疗效果。

1 近似熵与相干性

1.1 近似熵

近似熵(approximate entropy, ApEn)是一种用于衡量时间序列复杂性与规律性的无需粗粒化的特征提取算法。其物理意义是当序列维数变化时对该时间序列中能产生新模式信息的概率,若其概率越大,就说明该序列越复杂,则相应的熵值也就越大^[14]。

对于给定的原始序列 $x(1), x(2), \dots, x(n)$, 共 n 个点,按顺序重组 x 成为一个 m 维的向量集 $X(i)$, 如式(1)所示:

$$X(i) = [x(i), x(i+1), \dots, x(i+m-1)] \\ (i = 1, 2, 3, \dots, N-m+1) \quad (1)$$

式中的 m 是预先给定的模式维数,也可作为嵌入维

数。

定义 $d[X(i), X(j)]$ 代表矢量 $X(i)$ 和 $X(j)$ 中对应元素差值的最大值,如下式所示:

$$d[X(i), X(j)] = \max_{k=0 \sim m-1} |u(i+k) - u(j+k)| \quad (2)$$

式中 $i, j = 1, 2, \dots, N-m+1$ 。对于给定的阈值 $r(r > 0)$, 计算 $d[X(i), X(j)] < r$ 的数目与总数 $N-m+1$ 的比值,如式(3):

$$C_i^m(r) = \frac{1}{N-m+1} \text{num}\{d[X(i), X(j)] < r\} \quad (3)$$

对每个 $C_i^m(r)$ 取对数,并求其对数得到的平均值 $\phi^m(r)$, 如式(4):

$$\phi^m(r) = \frac{1}{N-m+1} \sum_{i=1}^{N-m+1} \ln C_i^m(r) \quad (4)$$

将维数加 1 为 $m+1$, 重复上述步骤,得到 $\phi^{m+1}(r)$ 。近似熵就可以定义如式(5):

$$ApEn(m, r) = \phi^m(r) - \phi^{m+1}(r) \quad (5)$$

式中, $ApEn$ 的值与嵌入维数 m 和阈值 r 的取值有关,根据研究一般取 $m = 2, r = 0.1 \sim 0.2 \text{std}(x)$, 其中 $\text{std}(x)$ 为时间序列的标准差。近似熵值的大小与信号序列的复杂程度成正比,且利用较短的数据(最好在 100 ~ 5 000 之间)就可以得到比较稳定的估计值,可以很好地度量脑电序列的复杂性。

1.2 脑电相干性

脑电相干性反映成对信号在某一频率范围上波动形式的一致程度,间接反映相应通道之间的联络程度。相干性越高表明两信号之间的依赖程度越高,通道间的相干性越高,表明通道间的功能连接性越好,合作越强^[15]。

对给定的两个通道的脑电信号 $x(i), y(i)$, 计算 $x(i)$ 与 $y(i)$ 两个通道的脑电信号之间的相关函数 R_{xy} 。如下式所示:

$$R_{xy} = \int_{-\infty}^{\infty} x(i)y(i-\tau) d\tau \\ = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F_x(\omega) \cdot F_y(\omega) e^{j\omega\tau} d\omega$$

此时功率谱计算为

$$P_{XY}(\omega) = |F_{x(\omega)} \cdot F_{y(\omega)}| \quad (6)$$

如此,可以定义相干性为

$$C_{xy}(f) = \frac{|P_{xy}(f)|^2}{P_{xx}(f) \cdot P_{yy}(f)} \tag{7}$$

上式中 f 为信号频率, $C_{xy}(f)$ 取值在 0、1 之间。

2 实验设计与脑电采集

2.1 实验设计

2.1.1 实验准备

随机选取河北医科大学第一医院 20 名早期筛查确诊为轻度认知功能障碍患者,男女各 10 人,年龄在 40 ~ 60 (54.12 ± 5.03) 岁之间。在实验前遵从受试者自愿参与的原则,对受试者及其家人进行详细的实验描述后,经患者和家属同意后签订了知情同意书。

本文所进行的干预实验是基于秦皇岛市惠斯安普医学系统股份有限公司生产的记忆力障碍训练仪完成的。记忆力障碍训练仪是在动态脑电及行为控制基础上开发的可视化高龄亲和及记忆力退化预防训练设备。通过专业智能康复游戏形式进行脑电训练,在游戏中通过人为引导脑电波活动,控制脑电意识状态,激活大脑皮层神经细胞,并通过不断深入的游戏关卡,不断加深对脑电波的刺激程度,使大脑循序渐进地得以锻炼,同时通过不同的游戏方式,刺激大脑不断产生各种频率的脑电波,最大程度减缓记忆力的减退及脑功能的进一步退化和病变,以达到提升记忆力、预防认知功能障碍发展的目的。适用于临床表现记忆减退或认知能力障碍的患者。

2.1.2 实验流程

实验时长为 10 d,分为 2 个疗程周期。在受试者经过认知功能障碍早期筛查系统确诊为患有轻度认知功能障碍后,对受试者进行干预前的脑电信号采集,并保存。之后安排受试者进行 2 个疗程为期 10 d 的记忆力障碍干预训练,在每个疗程周期结束后,采集受试者脑电信号,并保存。实验流程如下图 1 所示。

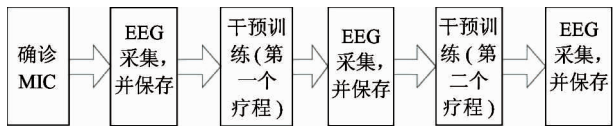


图 1 试验流程图

2.2 脑电采集

本实验采用新拓公司的 16 导联的 NT9200 型数字脑电图仪进行脑电信号采集,导联采用国际标准 10/20 系统的 16 通道导联形式,分布在额叶、顶叶、左颞叶、右颞叶和枕叶这 5 个脑区,采样率为 1000 Hz,每个电极小于 50 kΩ 的阻抗值,参考电极低于 10 kΩ。

本实验需要的是没有任何任务并且保持清醒和放松状态下的静息态脑电数据。脑电信号采集选择在安静的房间内,最大程度减小噪声的干扰。采集时,要求受试者坐在舒适的椅子上,以保持静息状态。脑电采集开始前,要求受试者安静 3 ~ 4 min,以便进入放松状态,然后进行 5 min 的脑电信号采集,采集结束后,将脑电信号以数字形式存为 edf 格式的文件。

3 脑电信号处理与分析

3.1 数据预处理

脑电信号非常微弱,具有随机性强、非平稳、非线性的特点,容易受到外界信号的干扰和内部噪声的覆盖。因此,采集到的脑电信号中不可避免地存在一些干扰信号,如随机噪声和伪迹。通常我们所接触到的伪迹有工频干扰、心电伪迹、肌电伪迹、眼电伪迹、电磁干扰等。所以在脑电数据正式处理分析前,进行预处理是非常必要的。

数据预处理包括:将 edf 格式的数据转换为 mat 格式的文件导入 Matlab 中,使用一种自适应的伪迹检测方法,对于每种类型的伪迹,都有一种相应的参数来计算其伪迹值,如果任一伪迹的参数超出了对应的阈值,则判定该序列段含有此种伪迹成分,故将这段序列舍弃,去除伪迹干扰。最后将脑电数据用叠加平均法处理为每个通道 3 000 个数据点。预处理前后数据结果如图 2 所示。

3.2 脑电近似熵分析

将经过预处理后的 20 名轻度认知功能障碍患者的脑电数据进行近似熵处理,设置嵌入维数 $m = 2$, 阈值 $r = 0.15 \cdot std(x)$, 其中 $std(x)$ 为时间序列的标准差。再对 20 名患者每个通道的近似熵取均值,结果如图 3 所示。

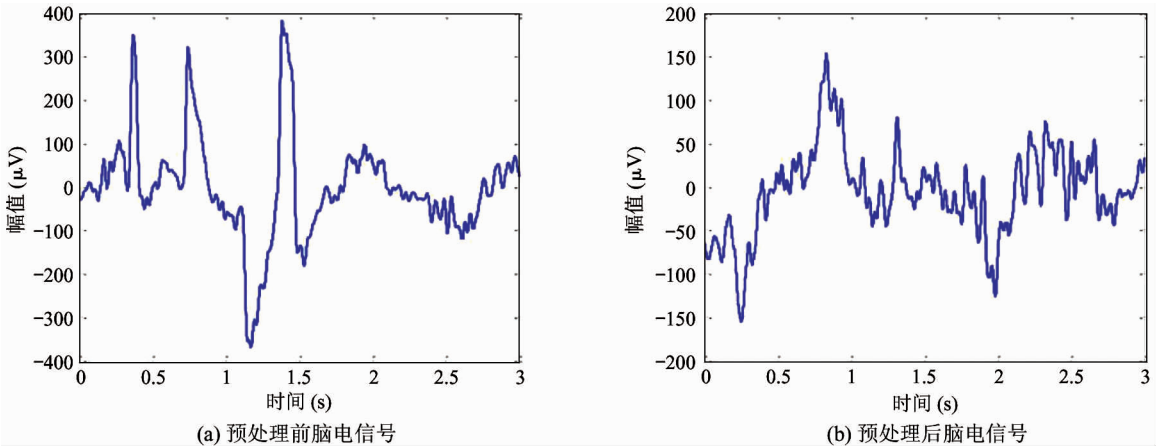


图 2 预处理前后脑电信号

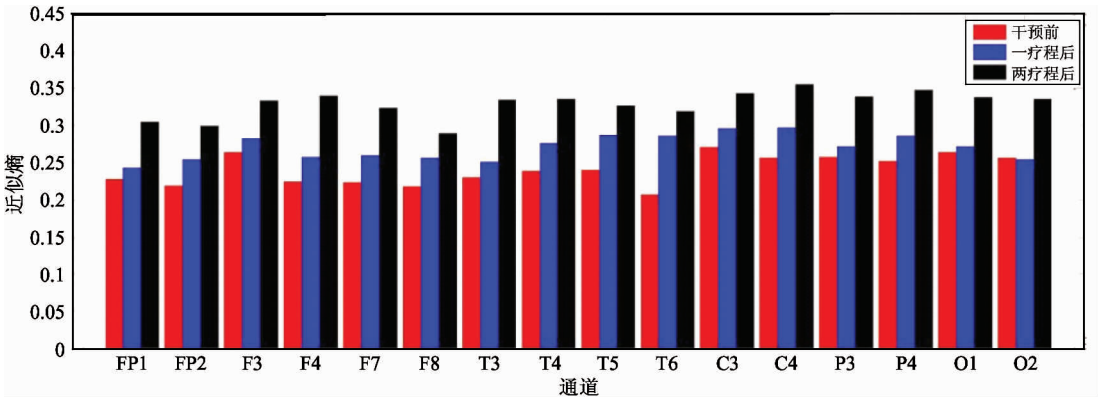


图 3 干预前后脑电近似熵结果图

对 20 名轻度认知功能障碍患者 16 个通道的近似熵用 SPSS 显著性检测,即对干预前与一疗程后和

干预前与两疗程后的近似熵结果进行配对样本 T 检验。结果如表 1 所示。

表 1 干预前后近似熵显著性检测

通道	干预前与 一疗程后	干预前与 两疗程后	通道	干预前与 一疗程后	干预前与 两疗程后
FP1	0.552	0.027	FP2	0.243	0.034
F3	0.582	0.055	F4	0.312	0.001
F7	0.194	0.008	F8	0.119	0.056
T3	0.382	0.005	T4	0.139	0.012
T5	0.044	0.021	T6	0.008	0.003
C3	0.380	0.030	C4	0.170	0.006
P3	0.410	0.025	P4	0.178	0.010
O1	0.758	0.011	O2	0.915	0.019

由图 3 可知,20 名轻度认知功能障碍患者每个通道的近似熵均值大小,除 O2 通道外,皆表现为干预前的近似熵均值小于一个疗程干预后,而一个疗

程干预后的脑电近似熵均值又小于两个疗程干预后,即每个通道的近似熵均值随着干预的进行而升高,且呈现出正比的态势。O2 通道虽然在一个疗程

干预后,近似熵均值略小于干预前,但两个疗程干预后明显大于干预前。结合表 1 干预前后近似熵显著性检测结果,干预前与一个疗程干预后,只有 T5、T6 通道呈现出了显著性差异($P < 0.05$),而干预前与两个疗程干预后的近似熵显著性检测结果显示,除 F3、F8 通道外,其余 14 个通道皆表现出了显著性差异,具有统计学意义($P < 0.05$)。由此,可知 ADTS 记忆力障碍训练仪拥有提高轻度认知功能障碍患者脑电近似熵的作用,且具有显著性效果($P < 0.05$)。

近似熵可以用于衡量时间序列的复杂性,熵值越大,序列产生新模式的概率越大,序列越复杂,大脑处理信息的能力越强。徐海松等人^[16]通过研究脑电复杂度在轻度认知功能障碍与阿尔茨海默病中

的特点时发现,随着患者的认知功能的降低,复杂度值也随着降低。Morison 等人^[17]利用多尺度变换的统计复杂度测量方法对轻度阿尔茨海默病患者的脑电进行分析,得出阿尔茨海默病组大脑各区的复杂度值及视觉脑电评分均低于对照组,其差异具有统计学意义($P < 0.05$)。Labate 等人^[18]研究了正常对照组、轻度认知功能障碍组和阿尔茨海默病组静息状态下的多尺度熵(multiscale entropy, MSE),发现轻度认知功能障碍组和阿尔茨海默病组的脑电复杂性均有减小。由图 3 结合表 1 可知,记忆力障碍训练仪对轻度认知障碍的干预训练增大了脑电近似熵,提高了脑电复杂性,增强了大脑的信息处理能力,有利于改善轻度认知障碍的症状。

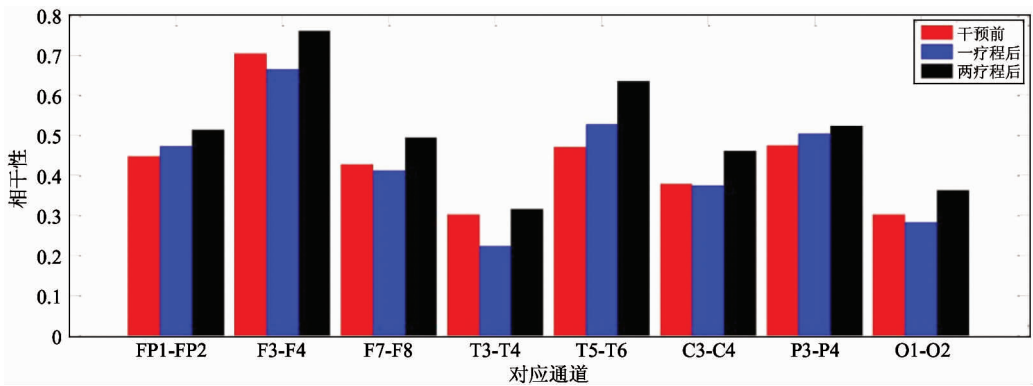


图 4 干预前后对应通道相干性结果图

3.3 脑电相干性分析

对 20 名轻度认知功能障碍患者的近似熵分析,发现记忆力障碍训练仪干预训练增大了脑电近似熵,提高了脑电复杂性。根据脑区通道对称性,进一步,从脑电相干性方面分析 20 名轻度认知功能障碍

患者对应通道的脑电特征,研究干预前后的相干性变化,绘制对应通道相干性结果如图 4 所示。对于干预前与一疗程干预后和干预前与两疗程干预后的对应通道相干性结果用 SPSS 进行配对样本 T 检验。结果如表 2 所示。

表 2 干预前后对应通道相干性显著性检测

对应通道	干预前与一疗程后	干预前与两疗程后	对应通道	干预前与一疗程后	干预前与两疗程后
FP1-FP2	0.068	0.040	F3-F4	0.684	0.060
F7-F8	0.545	0.025	T3-T4	0.498	0.212
T5-T6	0.159	0.002	C3-C4	0.348	0.015
P3-P4	0.036	0.043	O1-O2	0.334	0.031

由图 4 结合表 2 可知,20 名轻度认知功能障碍综合症患者对应通道的相干性在干预前与一个疗程

干预训练后没有表现出明显的区别,仅仅在 P3-P4 对应通道表现出了显著性差异($P < 0.05$)。干预前

与两个疗程干预训练后的对应通道相干性则表现出了较为明显的区别,两个疗程干预训练后的相干性高于干预前的相干性,且除 F3-F4 和 T3-T4 两组对应通道不具有显著性差异($P > 0.05$)外,其余 6 组对应通道均具有显著性差异,有统计学意义($P < 0.05$)。由此说明经过两个疗程的 ADTS 记忆力障碍训练仪干预训练后,轻度认知功能障碍综合症患者的脑电信号对应通道相干性升高,且大部分对应通道具有显著性差异($P < 0.05$)。

脑电相干性越高表明两个通道信号的同步性越强,脑功能连接越好。Dauwels 等人^[10]发现相对于年龄相仿的健康被试者而言,轻度认知功能障碍患者的脑电随机事件同步值明显降低。Sweeneyreed 等人^[19]通过计算相位同步等指标研究了轻度认知功能障碍综合症患者神经信号处理过程的变化,发现轻度认知功能障碍患者额叶与顶叶之间的相互作用与正常对照组相比明显减少。Wang 等人^[20]为研究阿尔茨海默病脑电同步性,分别采集了被试不同状态下的脑电信号,发现阿尔茨海默病患者的脑电同步性较对照组明显下降,尤其是额叶和顶枕区的 θ 和 α 频段。由此结合图 4 及表 2 可知,经过两个疗程的记忆力障碍训练仪干预训练后轻度认知功能障碍综合症患者症状得到了一定的改善,对应通道相干性升高,脑电信号同步性增强,脑功能连接增强。由此可知,记忆力障碍训练仪对轻度认知功能障碍综合症患者的干预训练具有显著疗效。

4 结 论

轻度认知功能障碍综合症已成为老年人健康的一种潜在性威胁,由其转化的阿尔茨海默病更是严重影响着老年人的工作和生活。干预治疗轻度认知功能障碍综合症,改善其症状,有利于改善当今社会阿尔茨海默病趋于严重的现状。

脑电信号干预训练疗法因其方便、无创的优点而受到专家学者们的重点关注。本文基于全新的记忆力障碍训练仪干预训练系统,对 20 名确诊的轻度认知功能障碍综合症患者进行为期 10 d 2 个疗程的干预训练,采集干预前及每个疗程干预后 16 通道的

脑电信号,通过提取近似熵和相干性两种脑电特征,从脑电复杂性和脑电同步性分析了轻度认知功能障碍综合症患者干预前后的脑电特征变化情况。结果发现,20 名轻度认知功能障碍综合症患者每个通道的近似熵均值,除 O2 通道外,皆表现为干预前的近似熵均值小于一个疗程干预后,而一疗程干预后近似熵均值又小于两个疗程干预后。且干预前与一个疗程干预后,只有 T5、T6 通道具有显著性差异($P < 0.05$),而干预前与两个疗程干预后,除 F3、F8 通道外,其余通道皆表现出了显著性差异($P < 0.05$)。在对应通道的相干性方面,干预前与一个疗程干预后没有表现出明显的区别,仅仅在 P3 ~ P4 对应通道表现出了显著性差异($P < 0.05$)。而两个疗程的干预训练后的相干性在各个对应通道明显高于干预前的相干性,除 F3-F4 和 T3-T4 两组对应通道外,其余 6 组对应通道均具有显著性差异($P < 0.05$)。由此可知,ADTS 记忆力障碍训练仪对轻度认知障碍综合症的干预训练增大了脑电近似熵,提高了对应通道相干性,提高了脑电复杂性,增强了脑电信号同步性,可以改善轻度认知障碍综合症的症状,且具有显著性效果。

参考文献

- [1] Reid S, McKean N, Henty K, et al. Alzheimer's disease markers in the aged sheep (*Ovis aries*) [J]. *Neurobiology of Aging*, 2017, 58:112-119
- [2] Asemani D, Morshedost H, Shalchy M A. Effects of ageing and Alzheimer disease on haemodynamic response function: a challenge for event-related fMRI [J]. *Healthcare Technology Letters*, 2017, 4(3):109-114
- [3] Schellenberg G D, Montine T J. The genetics and neuropathology of Alzheimer's disease [J]. *Acta Neuropathologica*, 2012, 124(3):305-323
- [4] Thonberg H, Chiang H H, Lilius L, et al. Identification and description of three families with familial Alzheimer disease that segregate variants in the SORL1, gene [J]. *Acta Neuropathologica Communications*, 2017, 5(1):43
- [5] Caili W, Paul D, Carmen M. A pilot study to measure cognitive impairment in patients with severe schizophrenia with the Montreal cognitive assessment (MoCA) [J]. *Schizophrenia Research*, 2014, 158(1-3):151-155
- [6] Petersen R C, Thomas R G, Grundman M, et al. Vitamin E and donepezil for the treatment of mild cognitive impairment [J]. *New England Journal of Medicine*, 2005, 353(9):2379-2388
- [7] Patrizia T, Daniela S, Giuseppe Z, et al. Enhancing

- memory performance with rTMS in healthy subjects and individuals with mild cognitive impairment: the role of the right dorsolateral prefrontal cortex[J]. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2012, 6(1):62
- [8] Haffen E, Chopard G, Pretalli J B, et al. A case report of daily left prefrontal repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) as an adjunctive treatment for Alzheimer disease[J]. *Brain Stimulation*, 2011, 5(3):264-266
- [9] Carlino E, Sigauo M, Pollo A, et al. Nonlinear analysis of electroencephalogram at rest and during cognitive tasks in patients with schizophrenia[J]. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, 2012, 37(4):259
- [10] Dauwels J, Vialatte F, Musha T, et al. A comparative study of synchrony measures for the early diagnosis of Alzheimer's disease based on EEG[J]. *Neuroimage*, 2010, 49(1):668-693
- [11] López M E, Cuesta P, Garcés P, et al. MEG spectral analysis in subtypes of mild cognitive impairment[J]. *Age*, 2014, 36(3):9624
- [12] Liu C J, Huang C F, Chia-Yi C, et al. Age- and disease-related features of task-related brain oscillations by using mutual information[J]. *Brain and Behavior*, 2012, 2(6):754-762
- [13] Herrmann C S, Sensowski D, Rottger S. Phase-locking and amplitude modulations of EEG alpha: two measures reflect different cognitive processes in a working memory task[J]. *Experimental Psychology*, 2004, 51(4):311-318
- [14] Sharmila A, Aman Raj S, Shashank P, et al. Epileptic seizure detection using DWT-based approximate entropy, Shannon entropy and support vector machine: a cases study[J]. *Journal of Medical Engineering and Technology*, 2017, 42(1):1-8
- [15] Jaime M, McMahon C M, Davidson B C, et al. Brief report: reduced temporal-central EEG alpha coherence during joint attention perception in adolescents with autism spectrum disorder[J]. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2016, 46(4):1477-1489
- [16] 徐梅松, 陶华英. 基于复杂度分析阿尔茨海默病、轻度认知功能障碍患者的脑电特点[J]. *中华神经科杂志*, 2013, 46(10):687-691
- [17] Morison G, Tiegies Z, Kilborn K. Multiscale permutation statistical complexity measure analysis of EEG in patients with mild Alzheimer's disease[J]. *Alzheimer's and Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association*, 2013, 9(4):279-279
- [18] Labate D, Foresta F L, Morabito G, et al. Entropic measures of EEG complexity in Alzheimer's disease through a multivariate multiscale approach[J]. *IEEE Sensors Journal*, 2013, 13(9):3284-3292
- [19] Sweeneyreed C M, Riddell P M, Ellis J A, et al. Neural correlates of true and false memory in mild cognitive impairment[J]. *Plos One*, 2012, 7(10):e48357
- [20] Wang R, Wang J, Yu H, et al. Decreased coherence and functional connectivity of electroencephalograph in Alzheimer's disease. *Chaos An Interdisciplinary Journal of Non-linear Science*, 2014, 24(3):487

Improvement of brain function in mild cognitive dysfunction syndrome based on EEG feedback training

Li Xiangdong*, An Zhanzhou***, Wang Jiaming*, Li Hongbing*

Ma Zheng*, Cao Kai*, Zhang Xiaohong*, Li Xin**

(* HUISIANPU Medical System Incorporated Company, Qinhuangdao 066000)

(** Institute of Biomedical Engineering, Yanshan University, Qinhuangdao, Hebei 066004)

Abstract

Alzheimer's disease(AD) is a typical disease of brain dysfunction, which seriously affects the work and life of patients. Intervention for mild cognitive impairment(MCI) which is the early symptoms of Alzheimer's disease has great significance. In this study, 20 patients with mild cognitive impairment are treated with a new mind game training system based on memory disorder training instrument. Electroencephalogram(EEG) is collected and two EEG characteristics, ie. approximate entropy and coherence are extracted and analyzed. Results show that the values of approximate entropy(ApEn) and coherence of EEG signals after two courses of treatment are higher than those before intervention, and there are significant differences($P < 0.05$) between the two groups, except for the approximate entropy in F3, F8 channels and coherence in F3-F4 and T3-T4 channels. It is concluded that the intervention training of ADTS for mild cognitive impairment enhances the approximate entropy of EEG and the coherence of corresponding channels, enhances the complexity and the synchronization of EEG signals, and alleviates the symptoms of mild cognitive impairment remarkably.

Key words: Alzheimer's disease(AD), mild cognitive impairment(MCI), electroencephalogram(EEG), approximate entropy(ApEn), coherence