

低氘白酒对人体脑电图和心理功能的作用

石路 沈才洪 刘洪涛 周军 曾娜 刘世龙 李云辉 夏红蕾 丛峰松

摘要 目的 研究连续 8 天摄入低剂量或高剂量酒精、普通白酒和低氘白酒对人体脑电图上的 alpha 波相对功率值、alpha 衰减系数 (AAC)、主观感觉和血液中 5 - 羟色胺含量的影响,探讨低氘白酒对人体中枢神经功能的影响并分析其可能的机制。

方法 11 名平均年龄为 23.7 ± 1.3 岁的健康成年男性参加本实验。实验期间受试者分别饮用低剂量酒精、高剂量酒精、低剂量白酒、高剂量白酒、低剂量低氘白酒和高剂量低氘白酒。30min 后检测脑电图,并计算 α 衰减系数 (alpha attenuation coefficient, AAC) 和 alpha 相对功率值,用视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 测试受试者的舒适感和工作效率,作为主观评价的指标,同时采血样用于 5 - 羟色胺含量的分析。**结果** α 衰减系数结果显示,饮用高剂量酒精后 AAC 升高,其他组未见明显改变。与对照组相比, α 波的平均功率值在饮用高、低剂量的酒精和白酒后均有明显下降,而饮用低氘白酒后 α 波的平均功率值未见明显下降,且比酒精和白酒组高,表明饮用酒精和白酒能使 α 波活动减少,而低氘白酒无此不良反应。血浆 5 - 羟色胺的分析结果表明,饮用低剂量低氘白酒时血浆内的 5 - 羟色胺水平最高,说明低氘白酒能引起人大脑的舒适感升高。**结论** 饮用酒精和普通白酒能使人体脑电图上的 α 平均功率值下降,人体的舒适感和工作效率降低,而低氘白酒能使人体的 α 波相对功率值、舒适感、工作效率和 5 - 羟色胺的含量都维持在较高的水平上,即饮用低氘白酒时,人体中枢神经的功能可维持在较为平衡稳定的水平上,避免调控的失衡的发生。

关键词 酒精 低氘白酒 人体脑电图 5 - 羟色胺

[中图分类号] R741 [文献标识码] A

Effects of Deuterium - depleted Liquor on Brain and Psychological Functions. Shi Lu, Shen Caihong, Liu Hongtao, et al. Institute of Underwater Technology of Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200231, China

Abstract Objective To study the effect of deuterium - depleted liquor on brain function and evaluate the regulation of central nervous system for deuterium - depleted liquor in comparison with alcohol and ordinary Chinese liquor. **Methods** Eleven healthy adult male with an average age of 23.7 ± 1.2 participated in this experiment. The study was divided into seven experimental groups, such as normal control group (CK), low - dose alcohol group (A - L), high - dose alcohol group (A - H), low - dose ordinary Chinese liquor group (L - L), high dose ordinary Chinese liquor group (L - H), low - dose deuterium - depleted Chinese liquor group (DDL - L) and high - dose deuterium depleted Chinese liquor group (DDL - H). We recorded the electroencephalography (EEG) on Fz. **Results** EEG showed that when subjects drinking high or low doses of alcohol and ordinary Chinese liquor, the value of AAC had no significant change compared with the control group. But the mean power of the alpha band decreased significantly. Comparison with other groups, when subjects drinking high or low doses of the deuterium - depleted Chinese liquor, mean power of the alpha band increased significantly. This phenomenon might be caused by deuterium - depleted Chinese liquor biological activating effect. Compared with the control value, comfort and work efficiency decreased when subjects drinking alcohol and liquor descendants. The blood 5 - hydroxytryptamine increased significantly when subjects drinking low - dose deuterium - depleted Chinese liquor. **Conclusion** This study demonstrated that compared with the alcohol and ordinary Chinese liquor, the deuterium - depleted Chinese liquor induced pleasure, increased the intensity of the alpha waves on human EEG.

Key words Alcohol; Deuterium - depleted Chinese liquor; Electroencephalography; 5 - hydroxytryptamine

基金项目:国家自然科学基金资助项目(81272478)

作者单位:200231 上海交通大学海洋水下工程研究院(石路、刘洪涛);200240 上海交通大学 - 千叶大学国际合作研究中心(石路);646000 国家固态酿造工程技术研究中心、泸州老窖股份有限公司(沈才洪、周军、曾娜、刘世龙、李云辉);200240 上海交通大学生命科学技术学院(夏红蕾、丛峰松)

通讯作者:丛峰松,电子信箱:fscong@sjtu.edu.cn

饮酒是日常生活中的常见行为,少量适度饮酒还可改善血液循环,调节人体情绪,增进愉悦和舒适感。

中国白酒与水的关系密切,长期以来人们一直关注如何采用好水来提高酒的品质,减少酒对人体的危害性。众所周知,自然界存在的水一般由 2 个氢原子和 1 个氧原子组成。氢原子有质量不同的 3 个放射

性核素:质量为 1 的是氢(H),又称氕;质量为 2 的是重氢(D),又称氘;质量为 3 的是超重氢(T),又称氚。自然界的水中,氘的含量约为 $150\text{ }\mu\text{g/L}$,而氚的含量十分微小。以往的研究表明,氘对生命体的生存发展和繁衍是有害的,而低氘水则具有抑制癌变细胞生长、抗辐射、免疫保护和增强人体耐力等方面的作用^[1~3]。本研究拟通过记录并分析人体脑电图和血浆内 5-羟色胺含量,探讨低氘白酒对人体中枢神经功能的调节作用。

对象与方法

1. 对象:挑选经过严格体检合格的 11 名男性自愿者作为受试对象,年龄 21~25 岁,平均年龄 23.7 ± 1.3 岁。文化程度:5 名为硕士研究生,6 名为大学本科。所有受试对象均身体健康,无神经系统疾患,视觉、听觉及手部活动障碍,无任何心理疾患且均不吸烟,受试对象在实验进行过程中均不服用镇静剂,不饮用茶、咖啡和酒精等刺激性饮料,不熬夜,保证睡眠,不从事重体力劳动。实验采用自身对照的方式进行。受试者被告知本研究的目的、方法和要求其配合的生理、心理测试内容,实验前都通过测试内容和方法的训练。检测时室内保持安静,温度保持在 22~26℃,检测时受试者先静坐至少 10min,取卧位、闭目放松状态、平静呼吸。

2. 饮用试剂和实验分组:(1)饮用试剂:52 度自制酒精饮料,由 96 度食用酒精(由安徽古井贡酒股份有限公司提供可用于勾兑的食用酒精)与蒸馏水混合配置制成;52 度泸州老窖特曲(由泸州老窖集团有限责任公司提供);低氘水(氘体积分数为 0.0050%) (由上海池天超轻水生物工程有限公司提供)。(2)实验分组:本研究共分为 7 个实验组,分别为:①对照(CK):不饮用任何含酒精饮品;②低剂量酒精(A-L):每天饮用 50ml 52 度食用酒精 + 200ml 普通饮用水;③高剂量酒精(A-H):每天饮用 100ml 52 度食用酒精 + 200ml 普通饮用水;④低剂量白酒(L-L):每天饮用 50ml 52 度泸州老窖特曲 + 200ml 普通饮用水;⑤高剂量白酒(L-H):每天饮用 100ml 52 度泸州老窖特曲 + 200ml 普通饮用水;⑥低剂量低氘白酒(DDL-L):每天饮用 50ml 52 度泸州老窖特曲 + 200ml 低氘水;⑦高剂量低氘白酒(DDL-H):每天饮用 100ml 52 度泸州老窖特曲 + 200ml 低氘水。

在本底实验中,志愿者不饮用任何酒精饮料的情况下接受相关神经行为功能检测。其余 6 个组别,志愿者将按要求饮用规定剂量的酒精饮料或酒(以下统称为受试物),连续 9 天。在每次实验的第 1、4、8 天,志愿者在饭后半小时左右饮用受试物,并在半个小时后接受脑电图及心理学检测。

3. 测试方法:(1)脑电图的记录方法:运用美国 Biopac 公司的 MP30 系统记录脑电图(EEG),时间常数 0.3s,上切断频率 30Hz,采用 Ag-AgCl 盘状电极置于国际标准 10~20 系统电极放置法的 Fz、Cz 和 Pz 点,同时在右眼睑上方和外眦下方放置两个电极记录眼电图(EOG)。通过 α 波衰减试验(alpha

attenuation test, AAT),即交替睁眼-闭眼 1min,对中枢神经的活性数量化,评价人脑的觉醒水平。对脑电图中每 10.24s (1024 点)的资料进行了快速傅立叶变换(FFT),将闭眼时的 α 波强度除以睁眼时的 α 波强度,计算 α 波的衰减系数。同时计算 α 波的相对功率值。(2)心理学测试:运用视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)测定受试者在饮用上述试剂后的舒适感和工作效率。(3)血清 5-羟色胺的分析:采用 5-羟色胺(5-HT)试剂盒(由美国 R&D 公司提供)提供的分法分析受试者血清中 5-羟色胺的含量。

4. 统计学方法:实验数据利用 SPSS 17.0 处理,对数据以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示进行单因素方差分析,以此来判断组间实验数据的差异性,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 服用不同酒精饮料对于人体脑电图 AAC 的总体影响:饮用高剂量的酒精后 AAC 的水平最高,与 CK 组和其他组相比,差异有统计学意义($P < 0.05$),结果见表 1。

表 1 服用不同酒精饮料对于人体脑电图 AAC 总体影响

组别	样本数量	AAC
CK	11	1.38 ± 0.04
A-L	11	1.39 ± 0.02
A-H	11	$1.45 \pm 0.03^*$
L-L	11	1.42 ± 0.02
L-H	11	1.42 ± 0.02
DDL-L	11	1.41 ± 0.03
DDL-H	11	1.44 ± 0.02

与 CK 组相比, * $P < 0.05$

2. 服用不同酒精饮料对人体脑电图 α 波相对功率值的影响:人体在饮用酒精和普通白酒后,不管是低剂量或是高剂量,脑电图的 α 波相对功率均发生明显的下降($P < 0.05$)。饮用低氘白酒后, α 波功率值与 CK 组相比无明显差异,且其值高于酒精和白酒组($P < 0.05$)。同时,高、低剂量组间无有统计学差异,结果见表 2。

表 2 服用不同酒精饮料对于人体 α 相对功率值的影响

组别	样本数量	α 相对功率值
CK	11	0.75 ± 0.21
A-L	11	$0.66 \pm 0.08^*$
A-H	11	$0.55 \pm 0.14^*$
L-L	11	$0.70 \pm 0.08^*$
L-H	11	$0.69 \pm 0.03^*$
DDL-L	11	$0.82 \pm 0.08^\Delta$
DDL-H	11	$0.78 \pm 0.11^\Delta$

与 CK 组相比, * $P < 0.05$; 与 A-L、A-H、L-L、L-H 组相比, $^\Delta P < 0.05$

3. 服用不同酒精饮料对人体主观评价的影响:

(1) 服用不同酒精饮料对舒适感的影响:与 CK 组比较,高剂量酒精组和高剂量白酒组的人体舒适感显著降低($P < 0.05$)。其余各组间无统计学差异。也就是说服用同剂量的低氘白酒后人体舒适感未见下降,结果见表 3。(2) 服用不同酒精饮料对工作效率的影响:研究表明,与 CK 组比较,高剂量酒精组、高剂量白酒组及高剂量低氘白酒组工作效率都显著降低($P < 0.05$);与低剂量酒精组比较,高剂量酒精组工作效率显著下降($P < 0.05$);与低剂量白酒组比较,高剂量白酒组工作效率显著下降($P < 0.05$)。其余各组间无统计学差异,结果见表 4。

表 3 服用不同酒精饮料对于人体舒适感的总体影响

组别	样本数量	舒适感
CK	11	5.95 ± 2.04
A - L	11	4.65 ± 1.69
A - H	11	4.20 ± 1.97 *
L - L	11	4.92 ± 1.92
L - H	11	4.37 ± 2.24 *
DDL - L	11	5.12 ± 1.74
DDL - H	11	4.71 ± 2.09

与 CK 组相比, * $P < 0.05$

表 4 服用不同酒精饮料对于人体工作效率的总体影响

组别	样本数量	工作效率
CK	11	5.88 ± 1.42
A - L	11	4.92 ± 1.39
A - H	11	3.98 ± 1.69 * △
L - L	11	5.13 ± 1.58
L - H	11	3.92 ± 2.34 * #
DDL - L	11	4.68 ± 2.05
DDL - H	11	4.38 ± 2.07 *

与 CK 组相比, * $P < 0.05$; 与 A - L 组相比, △ $P < 0.05$; 与 L - L 组相比, # $P < 0.05$

4. 服用不同酒精饮料对人体血清中 5 - 羟色胺含量的影响:低氘白酒组人体的血清中 5 - 羟色胺含量最高,高于 CK 和其他各组($P < 0.05$),结果见表 5。

表 5 服用不同酒精饮料后对于人体血清中

5 - 羟色胺含量的影响

组别	样本数量	5 - 羟色胺(ng/L)
CK	11	1196.91 ± 477.80
A - L	11	1115.93 ± 400.26
A - H	11	1483.32 ± 499.09
L - L	11	1332.22 ± 493.94
L - H	11	1490.82 ± 653.89
DDL - L	11	1201.21 ± 563.60
DDL - H	11	1614.68 ± 469.10 ▲

与 CK 组相比, ▲ $P < 0.05$

讨 论

大量的流行病学调查表明,少量适度饮酒相对于不饮酒或过量饮酒人群来说,能明显降低患痴呆风险,增加大脑认知功能,并且降低罹患心血管疾病的风险^[4-8]。

脑电图是反映脑功能的客观指标,其波形,振幅和频率的变化都能反映脑功能的改变。在安静闭目的情况下,脑电图上以 α 波为主,而当人睁眼时,由于光线和外界环境的刺激,脑电图上的 α 波减少,出现大量的 β 波,这是脑的觉醒水平升高的标志。应当指出的是, α 衰减系数 (AAC) 的概念首先是由 Michimori 等^[9]提出的。他们进行了 α 衰减试验 (alpha attenuation test, AAT),发现当人的大脑的觉醒水平升高或降低时, AAC 也随之发生相应的变化。可以用这种变化的大小来定量评估中枢神经系统功能水平的高低。有研究报道,饮酒可以引起周围运动及自主神经功能发生改变,由于酒精作用于脑细胞,致神经细胞代谢功能和神经纤维传导速度发生变化,从而导致脑生物电发生变化, α 波减少, β 波增多,呈弥漫性轻度脑电图改变。并且人体酒精依赖期越长,饮酒量越大,饮酒频率越高,脑电图的异常量越高^[10-12]。当大剂量饮酒后,脑生物电波会变慢和心率会加快。酒精不但是中枢神经系统的抑制剂,而且是心脏传导的兴奋剂,大量饮酒会导致神经系统的功能障碍和心肌供血不足^[13]。

本研究结果表明,在饮用酒精后脑电图上的 α 波衰减系数明显升高,在其他组则未见明显变化。这说明高剂量的酒精能引起人体的中枢神经兴奋性的升高,而饮用同剂量的白酒和低氘酒时未见这种现象的发生。摄入少量酒精会使人前头部脑电信号的相关性增强。在 4 ~ 30Hz 的脑电频带中,通常 α 波是最强的成分,也是显示脑功能的最主要成分。本研究结果表明,在饮用酒精和白酒时,前头部的 α 波减少,而与对照值相比,饮用低氘酒时未见 α 波减少。还应指出的是脑电图上的 α 波与记忆力、认知能力、信息处理等多种脑功能有关。研究表明, α 波相对功率值高时比相对功率值低时记忆力要好^[14]。

饮酒不但对人体的生理功能有影响,对心理功能也有一定影响。少量饮酒之后,人会感觉到轻松、舒适,但随着酒量的增加,其心理功能也逐渐改变。舒适度是人们在生理与心理方面对饮酒后感受到的满意程度的综合评价。一般来说,人体的舒适感受酒的成分、味道、度数和饮量等各种因素及条件的影响。

舒适度也会因个体差异而呈现不同结果。本研究结果表明,饮用低剂量低度数白酒后的舒适感最高,平均为5.1以上,而在饮用高剂量的酒精和白酒时人体舒适度均见下降。工作效率是指工作的投入与产出之比,与人们对于工作的愿望和工作热情密切相关。笔者的研究结果表明,在饮用不同剂量的各种酒类时工作效率有明显的差异。低剂量组的工作效率高。同时,与对照组相比,饮用高剂量的酒精和白酒时工作效率明显下降,而饮用低度数酒时未见有工作效率的下降。

作为重要的神经递质,5-羟色胺是一种能使人产生愉悦情绪的信使,几乎影响到大脑活动的每一个方面。5-羟色胺水平较低的人群更容易发生抑郁、冲动等行为。我们的研究结果显示,服用高剂量低度数白酒后血清中5-羟色胺含量明显提高($P < 0.05$)。这也提示饮用低度数白酒后人体的舒适感较高可能和血内5-羟色胺含量的增加有关。

中国白酒是中华民族的瑰宝,是中国几千年文化的重要组成部分。长期以来,由于过量饮酒造成社会危害作用,使得人们过分夸大了白酒的危害作用,而对白酒的健康作用认识和研究不足。相信随着研究的深入,开发更健康的白酒和倡导更健康的饮酒方式,必将为我国白酒产业注入活力。

参考文献

- 1 Somlyai G, Molnár M, Laskay G, et al. Biological significance of naturally occurring deuterium: the antitumor effect of deuterium depletion [J]. Orvosi Hetilap, 2010, 151(36): 1455
- 2 Kovács A, Guller I, Krempler K, et al. Deuterium depletion may delay the progression of prostate cancer [J]. Cancer Therapy, 2011, 2(4): 548-556
- 3 Bild W, Stefanescu I, Haulica I, et al. Research concerning the radi-

oprotective and immunostimulating effects of deuterium-depleted water [J]. Rom J Physiol, 1999, 36(3-4): 205-218

- 4 Luchsinger JA, Tang MX, Siddiqui M, et al. Alcohol intake and risk of dementia [J]. Journal of the American Geriatrics Society, 2004, 52(4): 540-546
- 5 Ruitenberg A, van Swieten JC, Witteman J, et al. Alcohol consumption and risk of dementia: the Rotterdam Study [J]. Lancet, 2002, 359(9303): 281-286
- 6 Mukamal KJ, Kuller LH, Fitzpatrick AL, et al. Prospective study of alcohol consumption and risk of dementia in older adults [J]. JAMA, 2003, 289(11): 1405-1413
- 7 Stampfer MJ, Kang JH, Chen J, et al. Effects of moderate alcohol consumption on cognitive function in women [J]. New Med, 2005, 352(3): 245-253
- 8 Reynolds K, Lewis L B, Nolen J D L, et al. Alcohol consumption and risk of stroke [J]. JAMA: the journal of the American Medical Association, 2003, 289(5): 579-588
- 9 Michimori AA. Relationship between the Alpha attenuation test, subjective sleepiness and performance test. 10th on Human Interface, 1994, 14: 233-236
- 10 Resnick SM, Pham DL, Kraut MA, et al. Longitudinal magnetic resonance imaging studies of older adults: a shrinking brain [J]. Neurosci, 2003, 23(8): 3295-3301
- 11 韩桂珍. 慢性酒精中毒患者的脑电图分析 [J]. 实用医技杂志, 2006, 13(10): 1697
- 12 袁凤娟, 高明政, 刘召英, 等. 慢性乙醇中毒患者脑电图转归及其影响因素 [J]. 临沂医学专科学校学报, 2005, 27(4): 255-257
- 13 Stratone A, Topoliceanu F, Driga O, et al. EEG patterns in alcohol withdrawal syndrome [J]. Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi, 2000, 104(4): 71-74
- 14 Başar E, Başar-Eroğlu C, Karakaş S, et al. Brain oscillations in perception and memory [J]. Int J Psychophysiol, 2000, 35(2): 95-124

(收稿日期:2013-10-21)

(修回日期:2013-12-23)

(上接第167页)

- 7 杜君,姜宝法,刘春晓,等. EORTC QLQ-C30 的信度、效度研究 [J]. 中国临床心理学杂志,2005,13(1):31-32
- 8 赫捷,赵平,陈万青. 中国肿瘤登记年报 [M]. 北京:军事医学科学出版社,2012
- 9 于新颖,杨萍,孙红娟,等. 癌因性疲乏对乳腺癌病人化疗期间生活质量的影响 [J]. 护理管理杂志,2010(3):169-171
- 10 谭益冰,张美芬,张俊娥. 原发性肝癌经皮肝动脉化疗栓塞术后疲乏及其影响因素调查 [J]. 护理学杂志:综合版,2010(8):39

-41

- 11 Solberg NL, Ehlers SL, Patten CA, et al. Self-regulatory fatigue in hematologic malignancies: impact on quality of life, coping, and adherence to medical recommendations [J]. Int J Behav Med, 2013, 20(1): 13-21
- 12 王琦,李峻岭. 癌因性疲乏的相关因素及发病机制 [J]. 癌症进展,2011,9(1):85-88

(收稿日期:2014-02-15)

(修回日期:2014-02-26)