

文章编号: 1006 8309(2005) 04 0017 04

睡眠剥夺对警觉能力的影响

宋国萍¹, 苗丹民², 皇甫恩²

(1. 中国科学院心理研究所工程心理学实验室, 北京 100101;
2. 第四军医大学航空航天医学系, 陕西 西安 710032)

摘要: 为探讨不同睡眠剥夺 (sleep deprivation, SD) 时间对于警觉性的影响, 将 24 名正常青年男性分为 SD21h 组、SD45h 组、SD69h 组, 每组 8 名, 主要应用三个字母 (C、G、N) 的划销测验来调查不同 SD 条件下的警觉能力。测试时间分别为每天的 7:00、10:00、13:00、16:00、19:00、22:00、1:00、4:00, 采用组间比较和自身前后比较。结果: SD 后, 完成时间、总击中数、假阳性数和倒数第二分钟击中数表现出成绩显著下降, 并同 SD 时间有关; 完成时间和总击中数表现出生物节律的作用; 倒数第二分钟击中数同 SD 相关系数最高, 为非常好地评定警觉性的指标。结论: SD 后警觉水平下降, 并且同 SD 时间长短有关; SD 时, 字母划销测验是非常好的调查警觉性的测验。

关键词: 睡眠剥夺; 正常人; 警觉水平; 字母划销测验

中图分类号: B845.66 文献标识码: A

Effects of Sleep Deprivation on Vigilance

SONG Guoping, MIAO Danmin, HUANGFU En

(Lab of Human Factors, Institute of Psychology,

Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: Objective: To study the effects of sleep deprivation on vigilance. Method: 24 young males with normal sleep wake habits were divided into SD21h group, SD45h group, SD69h group, 8 each group. 3 letters cancellation test was introduced to test the vigilance at 7:00, 10:00, 13:00, 16:00, 19:00, 22:00, 1:00 and 4:00 of each day. Results: After SD, the results of completing time, total number of hits, number of false positives and the number of hits of the second last minute declined and were correlated with duration of sleep deprivation. The results of completing time and total number hits showed the effect of rhythm. The number of hits of second last minute had the highest correlation, and it's the perfect index to assess vigilance. Conclusions: Vigilance level declines after SD and is correlated with the duration of SD. LCT is a favorable test to assess vigilance.

Key words: sleep deprivation; adults; vigilance; letter cancellation test

1 引言

睡眠对于人类意义重大, 不同形式的睡眠剥夺 (sleep deprivation, SD) 在很多职业中存在, 并且对生理和心理活动有重要影响, 军事及特殊职业领域对此进行了大量研究。研究表明, SD 后注意能力下降^[1]。对注意能力的评价对于存在 SD 的职业和工作非常必要和重要, 选择合适的而简单的

测评工具也非常必要。本实验主要采用字母划销测验 (Letter Cancellation Test, LCT) 研究 SD 的警觉情况, 并选择合适的测试和评定指标。

2 对象与方法

2.1 被试

纳入标准: 青年男性, 身体健康, 裸眼视力或矫正视力正常; 近期无任何疾病史; 通过面谈和自

基金项目: 中国博士后科学基金资助项目 (2004035423); 军队卫生科研基金资助项目 (01L073)。

作者简介: 宋国萍 (1972-), 女, 河北石家庄人, 博士, 博士后, 研究方向为工程心理学。

编的《睡眠行为调查问卷》表明睡眠习惯良好, 睡眠/觉醒正常, 非特别早醒和特别晚醒者; 无喝咖啡、茶及抽烟等习惯; 自愿参加实验, 并愿意填写书面同意书。

选取和分组: 对于符合条件的第四军医大学空军医学系三年级学生, 选出 24 名青年男性学生, 年龄为 20~ 22 岁, 平均为 20.7 岁, 随机分为 3 组: SD21h, SD45h 和 SD69h 组, 每组 8 名。

2.2 字母划销作业

A4 纸张, 每行 52 个英文字母, 每页 36 行, 共 2 页, 共有字母 3744 个。靶字母为 C、G、N, 随机分散在每行字母中。靶字母占有所有字母的 12%, 为 450 个, 信噪比为 1: 7.3。要求被试尽可能快地把靶字母划掉。在实验过程中, 由主试用秒表进行记录, 并要求被试 1min 做一个标记。评分: 完成时间、总击中数、假阳性数、第一分钟击中数、倒数第二分钟击中数。实验前, 被试完全熟悉该测验, 成绩稳定, 平均为 870s。SD 后, 从早 7: 00 开始, 每 3h 测试一次。

2.3 实验过程

每次实验, SD 组于实验当天早上 7: 00 起床后进入实验室进行 SD, 分别于第二天、第三天和第四天凌晨 4: 00 离开, 分别剥夺睡眠 21h, 45h,

69h, 每组 8 名被试。实验过程中被试可以自由活动, 看电视和玩扑克, 但是不能离开实验室, 并始终有 6 名主试监督, 以防被试睡眠。测试时间分别为每天的 7: 00, 10: 00, 13: 00, 16: 00, 19: 00, 22: 00, 1: 00, 4: 00。

2.4 实验统计

本研究采用 SPSS10.0 for Windows 对数据进行分析。将每天的不同时间作为组内因素, 共为 8 个水平(7: 00, 10: 00, 13: 00, 16: 00, 19: 00, 22: 00, 1: 00, 4: 00); 不同的剥夺天数作为组间因素, 共为 3 个水平(D1, D2, D3), 进行重复测量的方差分析。第一分钟击中数和倒数第二分钟击中数采用配对 *t* 检验和单因素方差分析。各指标同 SD 时间进行 Spearman 相关分析。

3 结果

3.1 完成时间

同 D1 相比, D2 和 D3 的完成时间有显著性差异($P < 0.01$); D2 和 D3 之间没有显著差异($P = 0.145$)。具体见表 1。

3.2 总击中数

不同剥夺天数之间两两比较有显著差异。具体见表 2。

表 1 SD 后各组完成 LCT 时间的结果($\bar{x} \pm s, s$)

	7:00	10:00	13:00	16:00	19:00	22:00	1:00	4:00
D1	630.17 ±45.21	617.33 ±51.83	609.50 ±50.13	564.33 ±44.78 [#]	598.52 ±38.41	629.83 ±39.89	634.67 ±32.69	691.51 ±35.89
D2	656.83 ±39.12	642.17 ±60.33	634.50 ±55.45 [#]	622.67 ±39.04 [#]	636.17 ±55.03 [#]	644.83 ±54.68	696.51 ±63.26	741.08 ±49.11 [*]
D3	657.10 ±40.08 [#]	640.61 ±65.82 [#]	658.89 ±39.93 [#]	697.22 ±51.87 [#]	759.06 ±62.79	744.94 ±61.67 [#]	797.44 ±59.09	864.83 ±61.02 [*]

注: * : 同 D1 相比有显著意义; # : 同一天内, 同 4:00 相比有显著意义。

表 2 SD 后各组完成 LCT 总击中数的结果($\bar{x} \pm s$)

	7:00	10:00	13:00	16:00	19:00	22:00	1:00	4:00
D1	439.33 ±3.36 ^a	439.83 ±2.94 ^{ab}	437.00 ±4.38 ^a	433.17 ±3.13	442.33 ±2.34 ^{ab}	437.83 ±6.46 ^{ab}	434.5 ±5.47 ^a	428.67 ±5.32
D2	432.00 ±6.81 ^{ab}	437.67 ±3.61 ^a	429.33 ±4.97 ^a	428.83 ±3.25 ^a	435.67 ±4.13 ^{ab}	431.33 ±4.84 ^a	429.00 ±4.05 ^a	423.17 ±6.01 [*]
D3	427.83 ±3.13 ^{ab}	430.00 ±3.95 ^{ab}	425.67 ±4.84 ^{ab}	422.17 ±4.31 ^{ab}	419.50 ±4.04 ^a	419.00 ±3.79 ^a	416.5 ±5.01	411.83 ±2.86 ^{* #}

注: * : 同 D1 相比有显著意义; # : 同 D2 相比有显著意义; a: 同一天内, 同 4:00 相比有显著意义; b: 同一天内, 同 1:00 相比有显著意义。

3.3 假阳性数

同 D1 相比, D2($P = 0.016$), D3($P = 0.001$) 有

显著差异; D2 和 D3 之间没有显著差异($P = 0.156$)。每天中不同时刻进行比较, 具体见表 3。

3.4 第一分钟击中数和倒数第二分钟击中数

配对 t 检验得, SD 各组第一分钟和倒数第二分钟间击中数有显著差异($P < 0.01$)。倒数第二分钟击中数: 同 SD21 相比, SD69 有显著差异($P = 0.005$), 其余两两比较无显著差异。具体见表

表 3 SD 后各组完成 LCT 假阳性数的结果($\bar{x} \pm s$)

	7:00	10:00	13:00	16:00	19:00	22:00	1:00	4:00
D1	0.33 ± 0.52	0.50 ± 0.87	0.33 ± 0.82	0.83 ± 0.75	0.50 ± 0.84	0.50 ± 0.84	2.17 ± 0.75	0.83 ± 0.75
D2	0.83 ± 0.98	1.00 ± 1.10	1.50 $\pm 1.64^a$	1.17 ± 1.17	1.00 ± 0.89	1.00 ± 0.89	1.50 ± 1.05	1.67 $\pm 0.82^*$
D3	0.83 ± 0.75	1.33 ± 1.51	1.00 $\pm 1.26^a$	1.33 $\pm 0.52^a$	1.17 $\pm 0.75^a$	1.17 $\pm 0.41^a$	0.67 $\pm 0.52^a$	3.50 $\pm 1.52^*$

注: * : 同 D1 相比有显著意义; a: 同一天内, 同 4:00 相比有显著意义。

表 4 SD 后 LCT 作业第一分钟与倒数第二分钟击中数($\bar{x} \pm s$)

	SD21	SD45	SD69
第一分钟	48.00 \pm 6.26	46.5 \pm 5.65	47.48 \pm 5.68
倒数第二分钟	45.17 \pm 7.25 [#]	38.67 \pm 2.07 [#]	35.00 \pm 5.29 ^{#*}

注: * : 同 SD21 相比有显著差异; # 同第一分钟击中数相比有显著差异。

表 5 字母划销测验各指标同 SD 天数及同一天中不同时刻相关系数和 P 值($r_s(P)$)

	SD 天数	第一天	第二天	第三天
完成时间	0.267(0.000)	0.161(0.273)	0.197(0.054)	0.379(0.000)
总击中数	-0.707(0.000)	-0.439(0.002)	-0.414(0.003)	-0.813(0.000)
假阳性数	0.374(0.000)	0.174(0.236)	0.175(0.235)	0.510(0.000)
第一分钟击中数	0.000(1.000)	—	—	—
倒数第二分钟击中数	-0.639(0.004)	—	—	—

4 讨论

该测验对 SD 敏感, 随着 SD 时间延长, 注意的集中性和持续性下降。并且从完成时间和总击中数, 可以看到生物近日节律的作用, 表现为 16:00、1:00 和 4:00 成绩要低于其他时间点。在第一天, 生物近日节律的作用明显, 随 SD 时间延长, 近日节律作用下降, 在夜间, 几乎呈线性下降, 表现为相关系数的升高。从相关系数分析, 各指标对 SD 天数都较敏感, 表现为随 SD 天数增加, 成绩降低; 对于一天中不同的时刻, 第三天, 各指标随时刻的变化而成绩降低, 其它组不明显, 更多表现出 SD 作用。总击中数和 SD 天数及同一天中不同时刻相关系数都较高, 表明总击中数较其他两个指标可能更为敏感。

考虑到测验持续时间对于作业成绩的影响^[2], 研究中, 我们除采用以前的指标外, 还要求被试每分钟做一标记, 测查第一分钟和倒数第二分钟的击中数, 第一分钟的击中数各组之间没有

4。

各个指标分别同 SD 天数、第一天不同时刻、第二天不同时刻和第三天不同时刻进行 Spearman 相关分析。结果见表 5。

显著差异, 倒数第二分钟的击中数各组之间有显著差异, 表明对于一个单调作业, SD 对于作业的影响主要在测验时间延长时。我们可以选择倒数第二分钟击中数作为测查指标, 简化结果分析。

被试成绩下降可能一方面因为睡眠缺失, SD 后由于唤醒水平下降^[3], 而集中注意和维持注意都需要在一定的唤醒水平下完成^[4], SD 后持久注意能力下降, 对目标的集中能力下降, 导致作业成绩下降; 另一方面, LCT 测验简单, 且在实验中重复应用, 相对缺乏新异性, 不能引起被试兴趣, 导致被试烦躁、对测验有一定抵触; 另外在 3:30~4:30 生理低谷点测试, 还有生物近日节律的作用。因此被试成绩的下降是这三方面的共同作用。同其他人的结果相一致^[5,6]。

目前用于解释 SD 后认知功能下降的假说有唤醒水平下降假说^[7,8], 认为在 SD 条件下, 维持长时间觉醒时会出现唤醒水平下降、唤醒阈限上升的现象, 从而导致作业绩效降低, 并伴有其它因

素的参与,如动机水平下降等改变。当唤醒水平低于某种特殊认知功能要求时,该认知功能下降。此外,由于存在“代偿机制”,即“主观努力”,通过努力可以部分提高唤醒水平而维持一定的作业能力。测验前段,被试通过努力可以克服 SD 对工作绩效的影响,没有表现出明显的成绩下降;随时间延长,在测验后段,即使通过努力也不可能维持一定的作业能力,出现了成绩下降。

划销作业常用来检查注意集中和持续能力^[5],要求将注意力集中在“C、G、N”上,对其他字母不反应,且其出现是随机的、不频繁的,要求在一系列类似的数字、字母或符号中,找到目标刺激。测验的难度可通过靶目标的数目和特点进行调整。其完成需要集中注意、视觉扫描、迅速的运动和抑制反应等。划销测验不仅简便易行,而且重复效应小。有较高的生态效度,可以应用在现场和大规模的人群。LCT 的敏感性和注意负荷有关,即同靶字母数目相关。在 Tietzel^[9]的研究中,由于采用 2 个字母,作业仅 4 min,没有发现明显的变化。本实验注意负荷增加,3 个字母的作业更加敏感,且不需较长作业时间。

5 结论

综上所述,我们认为,SD 后注意的持久能力和集中性下降,且同 SD 时间有关。划销测验能够评估警觉水平,但需要维持一定的时间。由于其方便和简单,在现场研究中,LCT 测验对于评估工作绩效及警觉水平非常有用。

参考文献:

[1] Corsi CM, Arce C, del Rio Portilla IY, et al. Amplitude

reduction in visual event related potentials as a function of sleep deprivation [J]. Sleep, 1999, 22(1): 181-189.

[2] 宋国萍,苗丹民,皇甫恩,等.睡眠剥夺对连续作业的影响[J].心理科学,2003,26(3):465-467.

[3] Giam GCK. Effects of sleep deprivation with reference to military operations [J]. Annals Academy of Medicine, 1997, 26(1): 88-93.

[4] Pontas CM, Howseman RAM, Josephs O, et al. A specific role for the thalamus in mediating the interaction of attention and arousal in humans [J]. Journal of Neuro Science, 1998, 18(21): 8979-8989.

[5] Casagrande M, Violani C, Curcio G, et al. Assessing vigilance through a brief pencil and paper letter cancellation task (LCT): effects of one night of sleep deprivation of the time of day [J]. Ergonomics, 1997, 40(3): 613-630.

[6] Casagrande M, Ferrara M, Curcio G, et al. Assessing nighttime vigilance through a three letter cancellation task (3-LCT): effects of daytime sleep with temazepam or placebo [J]. Physiology & Behavior, 1999, 68(1): 251-256.

[7] Kjellberg J, Levi L, Palmblad J, et al. Energy deprivation in man: methodological problems and possibilities [J]. Acta Medicine Scand, 1977, 201(1): 9-13.

[8] Sanders AF. Towards a model of stress and human performance [J]. Acta Psychiat Scand, 1983, 53(1): 61-97.

[9] Tietzel AJ, Lack LC. The recuperative value of brief and ultra brief naps on alertness and cognitive performance [J]. Journal of Sleep Research, 2002, 11(1): 213-218.

[收稿日期] 2004 07 23

[修回日期] 2005 04 29

加入台湾华艺 CEPS 中文电子期刊服务声明

《人类工效学》期刊,自 2005 年 7 月起,加入台湾中文电子期刊服务一思博网(CEPS)。中文电子期刊服务一思博网是目前台湾地区最大的期刊全文数据库,其访问地址为:www.ceps.com.tw。自此,读者可以通过这一网址检索《人类工效学》于 2002 年起各期的全文。

此外,由于《人类工效学》被 CEPS 收录,故凡向本刊投稿者,均视为其文稿刊登后可供思博网(CEPS)收录、转载并上网发行;其作者文章著作权使用费与稿酬一次付清,本刊不再另付其它报酬。

请各位继续支持本刊,谢谢!