

小睡对 40 小时睡眠剥夺条件下连续计算能力的影响

宋国萍, 皇甫恩, 苗丹民

(第四军医大学航空航天医学系心理学教研室 西安 710032)

【摘要】 目的: 探讨小睡在连续 40 小时睡眠剥夺(sleep deprivation, SD)条件下对连续计算能力的影响。方法: 8 名青年被试做自身前后对照, SD 从第一天的 6:00 到第二天的 22:00, 共为 40 小时。小睡时间分别为每天 13:00 和 1:00, 共 3 次, 每次 30min, 同时用脑电图监测。在实验开始前、第一天的 13:00、18:00、第二天的 1:00、6:00、13:00、18:00、22:00 和恢复睡眠 2 天后分别测量连续计算, 并记录反应时和错误数。结果: 同基础值相比, SD 后各点反应时延长($P < 0.05$), 小睡组各点反应时延长, 但没有统计学意义; 各个 SD 时间点上, 小睡组图形为平滑, 而 SD 组在 SD24h、SD31h 和 SD40h 同小睡组相比反应时间显著增长($P < 0.05$); 同基础值相比, SD 组和小睡组错误数没有显著增加, 二组之间没有明显区别。结论: SD 对连续计算的反应时有影响, 小睡对反应时有一定的保护作用; SD 对错误反应没有影响, 小睡也没有保护作用。

【关键词】 睡眠剥夺; 小睡; 连续计算

中图分类号: R395.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3611(2003)03-0185-04

Effects of Naps During 40h Sleep Deprivation on Continuous Adding

SONG Guo-ping, HUANGFU en, MIAO Dan-min

Department of Psychology, Faculty of Aerospace Medicine, Fourth Military Medical University, Xi'an, 710032

【Abstract】 Objective: To study the effect of 30-min nap at three low points of the rhythm during 40-hours sleep deprivation on continuous adding. **Methods:** Eight young subjects with normal sleep-wake habits were subjected to nap and total sleep deprivation conditions at an interval of 2 weeks. The whole experiment was from 6:00 of the first day to 22:00 of the second day, totally 40 hours. There were three times of nap which lasted 30 min every time, 13:00(the first day), 1:00 and 13:00(the second day). Continuous adding was given separately at the time before experiment, 13:00 and 18:00 of the first day, 1:00, 6:00, 13:00, 18:00 and 22:00 of the second day, and 2 days after the experiment; reaction times and wrong numbers were recorded. **Results:** Whether sleep deprivation with or without naps, the reaction time was prolonged. Compared with total sleep deprivation, the reaction time was shortened significantly at SD24, SD31 and SD40 when naps were introduced. Whether sleep deprivation with or without naps, the number of wrong answers did not change. **Conclusion:** Nap has positive effects during sleep deprivation.

【Key words】 Sleep deprivation; Nap; Continuous plus

睡眠剥夺(sleep deprivation, SD)是指由于各种原因引起的睡眠丢失状态, 一般指在 24 小时(24h)中的睡眠小于 4h^[1], 并引起情绪、学习记忆、免疫功能等一系列改变^[2], 伴随疲劳的增加可以引起一系列生理、心理、甚至行为的变化, 比如出现微睡眠(microsleep)、注意脱漏(lapse)增加、反应时延长、工作绩效(performance)降低等, 甚至可能出现严重的灾难, 如美国三里岛核泄漏事件、印度博帕毒气泄漏事件等。有关 SD 的研究大约有 100 多年的历史, 最早开始于 1896 年 Patrick 和 Gilbert 的研究。由于其在日常生活中普遍存在, 并且对于认知功能有严重影响, 近二十年来, 在国外是心理学家、生理学家以及特殊职业研究者和军事研究机构的研究热点。目前有关

SD 的研究主要有两大类: 一类为实验室研究; 一类为现场研究。尽管现场研究有很高的生态效度, 但是由于有很多因素不易控制, 因此, 更多的研究是在实验室中完成。在实验室中, 往往通过由主试监控, 被试在实验室中自由活动, 但是不能够睡眠状态中进行^[3,14]。

SD 对于机体的影响由两方面决定, 一方面是持续清醒的时间, 随着持续清醒时间的延长, 有睡眠的需要, 但是由于被迫清醒, 此时便产生“睡眠债”; 另一方面是生物近日节律的作用, 一般认为, 13:00~15:00, 1:00~3:00 是人的生理低谷期, 体温、血压较其他时刻低^[4]。

有关 SD 的对抗措施目前主要有应用药物, 包括镇静催眠药和中枢神经系统兴奋药; 注意睡眠卫生, 包括预防性睡眠、小睡和恢复性睡眠; 作息制度的调整; 训练。其中, 所谓小睡(NAP)是指短暂的睡

眠^[9],通常发生在白天,用来补充或者代替本应在夜间获得的睡眠。小睡可以从几分钟到4~5小时,既可以是连续的,也可以是断续的。如果小睡足够长,能够提供恢复性的睡眠,就会感到体力恢复,重新精力充沛。小睡的长度、质量和何时进行小睡与小睡对SD的对抗作用有很大影响。

有关小睡的对抗作用目前有不同的看法。有研究^[7]表明,小睡的时间愈长,工作能力恢复也就会越大,尤其在生理节律的两个低谷期进行小睡,产生的恢复能力更大,对工作能力的改善更有效。但也有研究^[8]表明,小睡仅能够降低主观疲劳的感觉、提高意志力及情绪,对任务表现并没有明显的提高。

连续计算测验主要用于数理计算能力和短时记忆能力的检查,是一个比较好的反应被试警觉性的测验,也被广泛地应用在SD和疲劳的有关研究中。

本研究采用自身前后对照,研究在生理低谷期的30min小睡在40hSD中对连续计算能力的影响。

1 对象和方法

1.1 对象

第四军医大学三年级学生8名,男性,健康,右利手,裸眼视力或矫正视力正常,年龄为20~22岁,平均为20.7岁。连续记录1周的睡眠,并用自编的《睡眠行为调查量表》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,并填写书面同意书。

1.2 研究方法

1.2.1 实验设计 采用自身前后对照,被试共参加实验两次,其中有2周的洗脱期。

1.2.2 实验方法 连续相加测验 指导语:本测验主要用于评定计算能力,分为小于法和大于法两种,演算方法与普通加法不同。

小于法的算法是:将测验表中的横列数字连续累计相加,如果得到的是两位数,只记个位数,十位数不记。凡相加后之和比右边相邻的数小“1”,则就不加右边的这个数,跳过加下一个数。这样连续累计加完整列数字,将结果写在答案栏内。

大于法的算法是:方法基本同第一法。不同的是遇到两数相加后所得的和比右边相邻的数大“1”时,右边的这个数就不相加,跳过加下一个数,这样连续累计加完整列数字将结果写在答案栏内。

以上小于法和大于法交替进行运算,直至完成20题的任务。要求在保持正确的情况下快速完成。

记录和分析指标:测试完成时间和错误数。

1.2.3 实验过程 实验前集中训练被试,使其达到熟练程度,即被试的错误率保持在10%以下。被试进入实验室前的1周内禁止服用咖啡因、酒精及其他药物。

随机将被试分为两组,进行交叉实验。第一组先进行SD的实验,两周后进行小睡实验;第二组相反。被试于第一天早上6:00起床进入实验室,于第二天晚22:00出实验室,共计40h。小睡分别在两天中午的13:00及夜间1:00,共3次,每次为30分钟(min),同时用脑电图进行监控。整个实验期间对被试进行9次测量,包括基础值(baseline)、SD7h(13:00)、SD12h(18:00)、SD19h(1:00)、SD24h(6:00)、SD31h(13:00)、SD36h(18:00)、SD40h(22:00)以及恢复值(recovery)。小睡组在小睡后进行测验。实验前1天测量基础值,在被试进入实验室后,除实验任务和饮食时间外,共给予8h的打字工作负荷,其余时间可以自由活动,但是不能离开实验室。

1.3 实验统计

本研究采用Spss 10.0软件对数据进行析因分析、重复测量的方差分析、Student-Newman-Keuls检验。以 $P < 0.05$ 为显著性指标。

2 结 果

2.1 2×9析因分析

小睡时,用脑电图监控被试,表明被试很快进入睡眠,平均睡眠时间为 23.48 ± 3.67 min。

将所有被试的测验结果(反应时、错误反应数)进行2×9析因分析,结果表明:(1)小睡对连续计算反应时无显著影响($F = 1.332, P = 0.251$),对错误数无显著影响($F = 0.292, P = 0.59$);(2)SD各时间次序对连续计算反应时有显著影响($F = 1.644, P = 0.006$),对错误数无显著影响($F = 0.412, P = 0.893$);(3)无论反应时($F = 0.997, P = 0.335$)还是错误数($F = 10.72, P = 0.861$)均不存在交互作用。

2.2 SD组和小睡组在各个SD时间上的比较

将是否有小睡作为处理因素,对各个时间点上的SD组和NAP组的成绩做重复测量的方差分析,来进一步明确NAP和SD的作用。结果分别见表1、表2。

从表1表明:SD组各个时间点的反应时比基础值延长,有统计学意义($P < 0.05$),在小睡组除SD36h外其它各个时间点的反应时延长不明显。同恢复值相比,SD组各个时间点反应时明显延长($P < 0.05$),小睡组中SD12h、SD19h、SD31h和SD36h有

显著差异($P<0.05$)。在各个 SD 时间点上,SD 组在 SD24h、SD31h、和 SD40h 同小睡组相比反应时间显著增长($P<0.05$)。

表 1 两组受试测验反应时比较(秒, $(\bar{x}\pm s)$)

| 测验时点 | SD 组 | SD+NAP 组 | P1 |
|-------|----------------------------|----------------------------|-------|
| 基础值 | 172.54±14.52 | 172.54±14.52 | |
| SD7h | 189.43±16.03 ^{ab} | 181.53±18.46 | 0.215 |
| SD12h | 190.10±12.10 ^{ab} | 182.99±17.88 ^b | 0.242 |
| SD19h | 191.41±12.47 ^{ab} | 185.71±16.48 ^b | 0.303 |
| SD24h | 190.77±13.80 ^{ab} | 178.84±11.21 | 0.030 |
| SD31h | 199.91±11.96 ^{ab} | 183.34±12.95 ^b | 0.034 |
| SD36h | 192.05±13.02 ^{ab} | 189.48±15.14 ^{ab} | 0.789 |
| SD40h | 191.53±13.31 ^{ab} | 178.53±11.88 | 0.028 |
| 恢复值 | 169.31±14.96 | 167.91±11.71 | 0.098 |

a 同基础值相比, $P<0.05$; b: 同恢复值相比, $P<0.05$, P1 为两组之间比较的 P 值,下同

从表 2 可以看到,对于错误反应数,无论同基础值还是同恢复值相比,SD 组和小睡组没有显著增加;在各时间点上二组之间没有明显差异。

表 2 两组受试的测验错误数比较($\bar{x}\pm s$)

| 测验时点 | SD 组 | SD+NAP 组 | P |
|-------|-----------|-----------|-------|
| 基础值 | 1.14±0.64 | 1.14±0.64 | >0.05 |
| SD7h | 1.28±0.70 | 1.00±0.76 | >0.05 |
| SD12h | 1.00±0.76 | 1.28±1.30 | >0.05 |
| SD19h | 0.88±1.13 | 1.15±0.93 | >0.05 |
| SD24h | 0.88±0.99 | 1.13±0.86 | >0.05 |
| SD31h | 1.63±0.52 | 1.50±1.00 | >0.05 |
| SD36h | 1.14±0.90 | 1.50±0.73 | >0.05 |
| SD40h | 1.44±0.53 | 1.38±0.87 | >0.05 |
| 恢复值 | 1.16±0.78 | 1.13±0.69 | >0.05 |

3 讨 论

3.1 SD 对连续计算的影响

SD 后,连续计算反应时延长,有显著意义,表明 SD 将降低连续计算的速度。但对于错误数没有影响,整个实验过程中,被试在测验的错误率始终保持稳定,没有受到 SD 的影响。一方面说明被试严格按照指导语的要求——在保证准确的情况下加快速度,完成测试。当认知能力下降,被试在完成测验的过程中存在速度和准确性权衡时,他们为保证正确性而牺牲了速度。另一方面也表明,短时间 SD 对人的计算能力的准确性影响不明显,同时人们可以通过减慢作业的速度以保证计算能力的准确性。

SD 对认知能力的影响目前主要有脱漏假说

(lapse hypothesis)^[9],即认为 SD 过程中任务完成不好主要是同正常反应过程中的不反应有关,或叫做反应脱漏。而这主要是由于随着 SD 时间的延长,困倦增加,从而导致微睡眠(microsleep,持续 1~10s 的阵发性昏睡)增加,或警觉性(alertness)降低所致。此时,被试为了按照要求完成任务,要克服困倦,必然要增加反应时间。由于 SD40h,为中短期睡眠剥夺^[10],被试通过努力还能够保证反应的正确性,这同前人的研究相一致^[11]。另外一种假说为“唤醒水平下降假说”,认为长时间觉醒后会出现唤醒水平下降,唤醒阈上升,导致脑力资源降低。当脑力资源低于某种认知作业需要的要求时,就会出现工作成绩的下降。此时被试为了保证正确率,牺牲了速度,从而出现了反应时的延长而错误数保持不变。如果进一步延长 SD 时间,被试的脑力资源即使在延长反应时间后仍不能满足需要时,就有可能出现错误数的增加。

Drummond^[12] 的研究表明,SD 后执行任务时,整个皮层激活的方式发生改变。SD 后词汇学习有一个动力的、互相补偿的中央激活系统,并且前额叶和顶叶在其中发挥着作用。因此,SD 后连续计算的变化是整个皮层变化的结果,在中短期 SD 时,由于代偿机制的存在,错误率没有明显变化。

3.2 SD 条件下小睡对连续计算的影响

小睡组测验反应时,虽然在统计上没有显著意义,但已经表明,小睡对于 SD 中连续计算的反应时有一定的保护作用,并且在 SD24、SD31、SD40 时,反应时明显低于 SD 组。但是对于正确数没有明显的保护作用,可能同 SD 时间较短有关,随着 SD 时间的延长,可能能够看到小睡对于正确数的保护作用。因此,说明在生理低谷期的小睡可以对抗 SD 对连续计算的影响,最为主要的是对连续计算的速度有一定的保护作用。

本实验还表明,无论是 SD 还是加入小睡,实验结束后两天再测,被试能够完全恢复。

小睡的对抗作用可能主要同小睡能够减少主观困倦程度有关,所以小睡对脑力工作能力的维持是有益的^[13,14]。但是小睡对于早期的 SD 没有明显的影响,可能同此时被试已经代偿性地投入一定大脑资源,能满足任务要求有关,即使给予小睡,也没有明显改变。但随着 SD 时间的延长,被试投入的资源有限,小睡的对抗作用就表现了出来。(本研究在实验过程中得到全教研室同志的大力支持。在此特

数中小学教师的经济收入比其它行业低, 而他们付出的心智劳动与其他行业的工作人员相比更多, 尤其是农村中小学教师。(3)广东经济发展迅速, 教师待遇比内陆大多数省市好, 且教育观念更新快、教学条件较理想等因素, 吸引了省外大批师范毕业生和在职中小学教师, 加剧了就业竞争性和在岗教师的心理压力。可能与教育对象身心发展特点的不同、中小学教师社会地位的差异及教师从业意识有关。

本调查结果显示小学教师有更突出的心理卫生问题。女教师比男教师的心理卫生状况好, 其原因之一可能是传统文化意识的影响, 使男、女教师的价值观念有所不同。中小学教师的心理卫生状况与教师本人的学历有一定的关系, 学历高的教师心理卫生状况相对良好。其原因可能是国家对中小学教师的学历要求越来越高及地方政府限期达标的规定有关。中小学教师的心理卫生状况还受区域影响, 在经济发达、次经济发达和经济落后地区中, 心理健康状况最好的是次经济发达地区的教师。在城市、县城和农村中, 县城教师的心理卫生状况良好, 城市教师与农村教师的心理卫生状况则较差。主要原因可能在于经济发达地区和城市的教师虽有较好的经济收入和良好的工作条件, 但竞争激烈; 经济落后地区和农村的教师则长期为微薄的经济收入和繁重的工作劳动所困扰; 次经济发达地区和县城的教师既有较好的经济收入和工作条件, 又没有太激烈的就业竞争, 因而他们承受的压力相对较轻。这提示我们

应该提高经济落后地区与农村中小学教师的经济收入, 减轻他们的劳动强度, 舒缓经济发达地区与城市教师的竞争压力, 理解次经济发达地区和县城教师的平衡心态。(本文得到华南师范大学心理学系博士生导师莫雷教授的指导、肇庆学院计算机系孔丽文老师的大力帮助及肇庆学院教育研究会杨芳等十五位同学参与调查工作, 特致以诚挚的谢意)

参 考 文 献

- 1 周复初, 魏庆平, 胡英俊, 等. 自贡市 200 名城乡中学教师心理状况调查. 中国心理卫生杂志, 1995, 9(1): 45
- 2 高峰, 袁 军, 等. 上海市小学教师心理健康状况调查. 上海教育科研, 1995, 3: 40—42, 45
- 3 温卫宁. 中小学教师 SCL-90 测试结果分析. 健康心理学杂志, 2000, 8(2): 238—240
- 4 许 宏. 小学青年教师心理健康状况调查. 健康心理学杂志, 2000, 8(6): 647—649
- 5 王有志. 农村中小学青年教师心理健康状况调查. 青年研究, 2000, 9: 23—26
- 6 杨宏飞, 杨依兰. 幼儿教师 SCL-90 测试结果分析. 中国临床心理学杂志, 2001, 9(4): 297—298
- 7 吴小鸥, 潘孝富. 初中教师心理健康状况调查分析. 中国临床心理学杂志, 2002, 10(2): 126—127
- 8 自在, 等. 基层中小学—90 评定结果分析. 中国心理卫生杂志, 1993, 7(2): 78—79
- 9 贾林祥. 中小学教师心理健康的调查研究. 人大复印资料. 中小学教育, 1999, 9: 82—85
- 10 陈静芳, 等. 小学教师 SCL-90 评定分析. 健康心理学杂志, 2002, 10(3): 190—191
- 11 金 华. 中国正常人 SCL-90 评定结果分析. 中国神经精神疾病杂志, 1986, 12(5): 260—263

(收稿日期: 2002—12—20)

(上接第 187 页)

别感谢: 王家同教授、肖玮博士、杨国愉硕士、齐建林硕士、罗正学博士、杨宏宇硕士、张银玲硕士、冯学文讲师、施旺红副教授、朱霞讲师、李强硕士、刘旭峰博士、王伟实验员、陈祖怀实验师等。同时感谢被试的积极参与。)

参 考 文 献

- 1 Deaconson TF, O' Hair DR, Levy MF, et al. Sleep deprivation and resident performance. JAMA. 1988, 260: 1721—1727
- 2 Rymond CA. Shifting work sleep cycles are on the way to becoming another public health issue. JAMA. 1988, 359: 2958—2959
- 3 Harrison Y, Home JA. Sleep loss and temporal memory. Quar J Exp Psych. 2000, 53A: 271—279
- 4 Akerstedt T, Folkard S. Predicting duration of sleep from the three process model of regulation of alertness. Occup Env Medicine. 1996, 53: 136—141
- 5 张舒, 吴兴裕. 睡眠剥夺对工作能力影响的防护研究进展. 解放军预防医学杂志. 1998; 2: 74—77
- 6 Lagarde D, Batejat D. Some measures to reduce effects of prolonged sleep deprivation. Clinical Neurophysiology. 1995, 25: 376—385
- 7 Haslam DR. Sleep loss, recovery sleep and military perfor-

mance. Ergonomics. 1982, 25: 163—167

- 8 Mitsuo H, Sanae I, Tadao H. The effects of a 20—min nap at noon on sleepiness, performance and EEG activity. Inter J Psychophy. 1999, 32: 173—180
- 9 Williams AL, Lubin A, Goodnow JJ. Impaired performance with acute sleep loss. Psychological Monographs: General and Applied. 1959, 73: 1—26
- 10 Pilcher JJ and Huffcutt AI. Effects of sleep deprivation on performance: a meta—analysis. Sleep. 1996, 19: 318—326
- 11 How JM, Foo SC, Low E, et al. Effects of sleep deprivation on performance of naval seaman: I. Total sleep deprivation on performance. Annals Academy of Medicine. 1994, 23: 669—675
- 12 Drummond SP, Brown GG, Gillin JC, et al. Altered brain response to verbal learning following sleep deprivation. Nature 2000, 403: 655—657
- 13 Takahashi M, Fukuda H and Arito H. Brief naps during post—lunch rest: Effects on alertness, performance, and autonomic balance. Eup J Appl Physiol. Occup Physiol. 1998, 78: 93—98
- 14 宋国萍, 皇甫恩, 苗丹民等. 睡眠剥夺条件下小睡对划销测验和事件相关电位 P300 的影响. 中国心理卫生杂志. 2002, 16: 515—517

(收稿日期: 2002—12—19)