

## 论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2022.07.019

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20211215.1144.002.html\(2021-12-16\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20211215.1144.002.html(2021-12-16))

## 喜情绪诱导对心理疲劳干预的研究\*

刘晓雨<sup>1</sup>,张俐<sup>2△</sup>,王燕<sup>2</sup>,王存英<sup>2</sup>,夏蕾<sup>2</sup>,靳灿灿<sup>2</sup>,徐晓晓<sup>2</sup>,  
穆海龙<sup>3</sup>,董傲<sup>3</sup>,韩亚楠<sup>3</sup>,杨文<sup>3</sup>

(1. 陆军军医大学第一附属医院教学管理中心学员管理中心,重庆 400038;2. 陆军军医大学医学心理学基础心理学教研室,重庆 400038;3. 陆军军医大学学员四大队,重庆 400038)

**[摘要]** **目的** 探讨喜情绪诱导对心理疲劳干预的效果。**方法** 选择 126 名青年军人为研究对象,分为对照组和试验组,每组 63 名。借助幽默视频诱导喜情绪,运用青年军人疲劳量表(FSYS)、SPIRIT-2/4/8 无线团体多通道生物反馈仪对所有对象进行心理疲劳的主观指标和客观指标测评。**结果** 喜情绪干预前 2 组心理疲劳、生理疲劳和总疲劳指标差异无统计学意义( $P>0.05$ );对照组干预前、后心理疲劳、生理疲劳和总疲劳比较差异均无统计学意义( $P>0.05$ );试验组喜情绪干预后的心理疲劳、生理疲劳和总疲劳较干预前比较均降低,且差异有统计学意义( $F=15.16, P<0.01; F=12.16, P<0.01; F=15.63, P<0.01$ )。干预后试验组心理疲劳、生理疲劳和总疲劳显著低于对照组,差异有统计学意义( $t=3.67, P<0.01; t=2.54, P<0.05; t=3.28, P<0.01$ )。**结论** 喜情绪诱导能有效改善心理疲劳,甚至生理疲劳也有所缓解。

**[关键词]** 喜情绪;诱导;心理疲劳;SPIRIT-2/4/8 无线团体多通道生物反馈仪;干预**[中图分类号]** R395.1**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2022)07-1177-04

## Study on the intervention of happy emotional induction on mental fatigue\*

LIU Xiaoyu<sup>1</sup>, ZHANG Li<sup>2△</sup>, WANG Yan<sup>2</sup>, WANG Cunying<sup>2</sup>, XIA Lei<sup>2</sup>, JIN Cancan<sup>2</sup>,  
XU Xiaoxiao<sup>2</sup>, MU Hailong<sup>3</sup>, DONG Ao<sup>3</sup>, HAN Yanan<sup>3</sup>, YANG Wen<sup>3</sup>

(1. Student Management Center, Education Management Center, the First Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400038, China; 2. Department of Basic Psychology, Institute of Medical Psychology, Army Medical University, Chongqing 400038, China; 3. Student Fourth Battalion, Army Medical University, Chongqing 400038, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the effect of happy emotional induction on mental fatigue. **Methods** A total of 126 young soldiers were selected and randomly divided into the control group and the experimental group, with 63 cases in each group. Humorous videos were used to induce happy emotion. Fatigue scale for young soldiers (FSYS) and SPIRIT-2/4/8 multi-channel biological feedback device were used to evaluate the subjective and objective indicators of young soldiers' mental fatigue. **Results** There were no statistical difference in mental fatigue, physical fatigue and total fatigue between the two groups before happy emotional induction ( $P>0.05$ ). There was no significant difference of mental fatigue, physical fatigue and total fatigue in the control group before and after happy emotional induction ( $P>0.05$ ). The mental fatigue, physiological fatigue and total fatigue after happy emotional induction were significantly lower than that before happy emotional induction ( $F=15.16, P<0.01; F=12.16, P<0.01; F=15.63, P<0.01$ ) in the experimental group. The experimental group had lower mental fatigue, physiological fatigue and total fatigue than the control group after happy emotional induction ( $t=3.67, P<0.01; t=2.54, P<0.05; t=3.28, P<0.01$ ). **Conclusion** Conclusion happy emotional induction can effectively reduce mental fatigue and even alleviate physiological fatigue.

**[Key words]** happy emotion; induction; mental fatigue; SPIRIT-2/4/8 multi-channel biological feedback device; intervention

\* 基金项目:陆军军医大学人文社科基金项目(2016XRW06)。 作者简介:刘晓雨(1991-),助理,本科,主要从事教育心理学研究。

△ 通信作者, E-mail: zhangli-372@163.com。

心理疲劳是指个体长时间、紧张和单调的活动,导致心身紊乱,出现的心理疲乏感和心理资源耗竭感,呈现主观感受、行为表现和生理等方面的变化<sup>[1-4]</sup>。心理疲劳使脑神经活动减弱、交感神经活动增强和副交感神经活动减弱、感知和注意等认知功能降低,甚至与自杀呈显著正相关<sup>[5-8]</sup>,这严重影响个体的身心健康且削弱个体工作效率。为此,缓解和消除心理疲劳就显得尤为重要。喜情绪是指客观事物符合个体需要而产生的愉快的积极情绪<sup>[9]</sup>。依据中医“喜胜悲”情志相胜理论,喜情绪能有效改善个体情绪状态,且能增加心理资源,提升心理恢复力<sup>[10-11]</sup>,为此,本研究借助幽默视频诱导喜情绪,以期能缓解或消除心理疲劳,提高心理健康水平。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

将在某军校招募的 126 名青年军人分成对照组和试验组,每组 63 名。试验组中男 32 名、女 31 名,年龄 17~23 岁,平均(19.06±1.08)岁。对照组中男 32 名、女 31 名,年龄 18~24 岁,平均(19.11±1.09)岁。2 组研究对象在性别、年龄上差异无统计学意义( $t=0.246, P>0.05$ ),且以往均无精神异常史,目前正常学习和训练。

### 1.2 方法

网络上收集幽默视频 170 部,每个视频 1 min 左右,让青年军人对这些视频的幽默程度评价,选取幽默程度排名靠前的视频,整合成 5 min 的幽默视频。实验程序分为 5 步:(1)心理疲劳诱导前(T1)测:2 组进行青年军人疲劳量表(fatigue scale for young soldiers, FSYS)评分和心率变异性(heart rate variability, HRV)测试。(2)2 组行心理疲劳诱导 90 min:采用诱导心理疲劳范式<sup>[12-13]</sup>及王璐璐等<sup>[14]</sup>编制的计算机心理疲劳诱导程序。该程序涉及工作记忆和注意力,持续投入认知资源,会导致强烈疲劳感。(3)心理疲劳诱导后(T2)测:2 组再次进行 FSYS 和 HRV 测试。(4)干预:试验组看 5 min 幽默视频,对照组休息。(5)心理疲劳干预后(T3)测:2 组再次进行 FSYS 和 HRV 测试。干预流程见图 1。

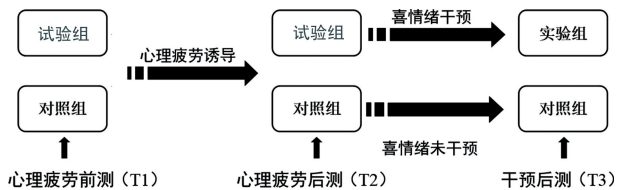


图 1 实验程序

### 1.3 干预效果评价指标

通过主、客观指标评价喜情绪诱导对心理疲劳的干预效果。(1)主观评价指标采用 FSYS<sup>[12]</sup>:由 8 个

条目构成,1~7 级评分,涵盖心理疲劳和生理疲劳 2 个因子,用于评定青年军人疲劳的严重程度。心理疲劳和生理疲劳各有 4 个条目。从探索性因素分析和验证性因素分析显示此量表具有较好的效度;同质信度 0.78~0.85,折半信度 0.71~0.80,故此量表有良好的信度;各条目、因子分和总分的高分组与低分组差异显著,故量表鉴别力好。(2)客观评价指标采用 HRV。有研究显示,HRV 中的全部正常 N-N 间期的标准差(standard deviation of N-N interval, SDNN)、全程相邻 R-R 间期之差的均方根值(root mean square of successive differences, RMSSD)、全程相邻 R-R 间期之差的标准差(standard deviation of successive differences, SDDS)、0.003~0.040 Hz 频带范围的极低频(very low frequency, VLF)功率、5 min 所有的功率密度(total spectral power, TP)能有效预警心理疲劳<sup>[13]</sup>;在心理疲劳时,这 5 个指标显著升高,为此,将这 5 个指标作为评价心理疲劳干预效果的客观指标。采用思必瑞特科技有限公司的无线团体多通道生物反馈仪(SPIRIT-2/4/8)测试 HRV。

### 1.4 统计学处理

采用 SPSS21.0 软件分析数据,不符合正态分布的计量资料采用中位数和四分位间距 $[M(Q)]$ 表示,组间比较采用 Mann-Whitney 检验。符合正态分布的计量资料采用  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用  $t$  检验,组内比较采用单因素方差分析。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 组内喜情绪干预效果分析

试验组 T1、T2、T3 时单因素方差分析显示,FSYS 心理疲劳、生理疲劳、总疲劳得分,VLF、TP 和 SDNN 差异有统计学意义( $F=15.16, 12.16, 15.63, 5.33, 2.78, 3.26; P<0.01$  或  $P<0.05$ );RMSSD 和 SDDS 差异无统计学意义( $F=0.99, 1.07; P=0.34, 0.36$ )。进一步的事后比较分析显示,试验组 T2 时刻 FSYS 心理疲劳、生理疲劳、总疲劳得分,VLF 和 TP 显著高于 T1 时刻,差异有统计学意义( $P<0.01, P<0.05$ );T3 时刻 FSYS 心理疲劳、生理疲劳和总疲劳显著低于 T2 时刻,差异有统计学意义( $P<0.01$ );T3 与 T1 比较,总疲劳得分、SDNN 和 VLF 差异有统计学意义( $P<0.01, P<0.05$ ),且 T3 高于 T1;其他指标差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。

对照组 T1、T2、T3 时刻的单因素方差分析显示,FSYS 心理疲劳、生理疲劳、总疲劳得分,SDNN、SDDS、VLF 和 TP 差异有统计学意义( $F=15.17, 6.94, 11.62, 7.52, 4.78, 4.69, 4.49$ ;均  $P<0.01$ );RMSSD 差异无统计学意义( $F=1.08; P=0.36$ )。进

一步的事后比较分析显示,除 RMSSD 外,对照组 T2 时刻其他指标显著高于 T1 时刻,差异均有统计学意义( $P < 0.01$ );T2 时刻与 T3 时刻比较,所有指标差异均无统计学意义;T3 时刻与 T1 时刻比较,除 RMSSD 外,其他指标差异均有统计学意义( $P < 0.01$ ),且 T3 时刻高于 T1 时刻。

### 2.2 组间喜情绪干预效果分析

T1 时刻对照组与试验组间的 FSYS 和 HRV 各指标差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 1。T2 时刻对照组与试验组之间的 FSYS 和 HRV 各指标差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 2。T3 时刻 2 组的 FSYS 心理疲劳、生理疲劳和总疲劳得分比较,差异有统计学意义( $P < 0.01, P < 0.05$ ),且试验组显著低于对照组,他指标均无统计学差异,见表 3。

表 1 2 组 T1 时刻 FSYS 和 HRV 比较( $n = 63$ )

| 组别  | FSYS( $\bar{x} \pm s$ ,分) |            |            | HRV[M(Q)]    |             |                    |                    |                    |
|-----|---------------------------|------------|------------|--------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|     | 心理疲劳                      | 生理疲劳       | 总疲劳        | SDNN         | RMSSD       | SDSD               | VLF                | TP                 |
| 对照组 | 10.75±4.38                | 13.19±4.39 | 23.94±8.32 | 40.32(28.05) | 95.59(3.05) | 3 099.27(3 776.08) | 1 012.93(1 090.02) | 1 026.07(1 075.87) |
| 试验组 | 10.37±4.78                | 12.11±4.37 | 22.48±8.53 | 42.47(22.91) | 5.47(3.24)  | 3 412.00(3 474.87) | 1 105.59(1 053.18) | 1 156.85(1 093.78) |
| t/Z | 0.47                      | 1.38       | 0.97       | -0.27        | -0.42       | 0.03               | -0.07              | 0.09               |
| P   | 0.64                      | 0.17       | 0.33       | 0.79         | 0.68        | 0.98               | 0.99               | 0.13               |

表 2 2 组 T2 时刻 FSYS 和 HRV 比较( $n = 63$ )

| 组别  | FSYS( $\bar{x} \pm s$ ,分) |            |             | HRV[M(Q)]    |            |                    |                    |                    |
|-----|---------------------------|------------|-------------|--------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|     | 心理疲劳                      | 生理疲劳       | 总疲劳         | SDNN         | RMSSD      | SDSD               | VLF                | TP                 |
| 对照组 | 16.73±5.30                | 17.11±5.18 | 33.84±10.01 | 63.33(31.95) | 6.37(4.01) | 5 487.29(6 469.08) | 1 482.30(1 309.92) | 1 535.26(1 496.86) |
| 试验组 | 15.54±4.58                | 16.25±3.89 | 31.79±7.69  | 58.23(32.98) | 6.40(4.43) | 5 404.92(7 214.55) | 1 393.23(1 884.37) | 1 545.14(1 978.63) |
| t/Z | 1.35                      | 1.05       | 1.29        | -0.89        | -0.22      | 0.84               | -1.05              | -1.13              |
| P   | 0.18                      | 0.30       | 0.20        | 0.34         | 0.83       | 0.40               | 0.30               | 0.26               |

表 3 2 组 T3 时刻 FSYS 和 HRV 比较( $n = 63$ )

| 组别  | FSYS( $\bar{x} \pm s$ ,分) |            |             | HRV[M(Q)]    |            |                    |                    |                    |
|-----|---------------------------|------------|-------------|--------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|     | 心理疲劳                      | 生理疲劳       | 总疲劳         | SDNN         | RMSSD      | SDSD               | VLF                | TP                 |
| 对照组 | 15.85±5.70                | 15.85±4.75 | 31.68±10.07 | 56.42(34.81) | 6.14(5.99) | 6 480.82(6 565.61) | 1 657.15(1 567.78) | 1 739.17(1 775.77) |
| 试验组 | 12.59±4.14                | 13.93±3.67 | 26.51±7.46  | 56.17(33.77) | 6.59(5.23) | 5 813.77(6 934.08) | 1 605.84(1 703.13) | 1 683.90(1 972.55) |
| t/Z | 3.67                      | 2.54       | 3.28        | -0.73        | -0.78      | -0.13              | -0.11              | -0.13              |
| P   | <0.01                     | 0.01       | <0.01       | -0.47        | 0.44       | 0.90               | 0.91               | 0.90               |

### 3 讨 论

在现代生活的快节奏、高竞争和高压力下,心理疲劳日显突出<sup>[14-16]</sup>。心理疲劳影响个体的心理、生理、行为和绩效,而且是作业过程中的极大安全隐患,甚至与自杀、严重事故显著正相关<sup>[7,17-22]</sup>,为此心理疲劳成为亟待解决的问题。本研究从喜情绪对心理疲劳的影响切入,探究喜情绪干预心理疲劳的效果,为心理疲劳的调适提供借鉴。

研究结果显示,T2 时刻 2 组主观评价疲劳的 FSYS 中的心理疲劳及从生理角度评价心理疲劳的 SDNN、SDSD、VLF 和 TP 均显著高于 T1,预示经过 90 min 心理疲劳诱导,受试者处于心理疲劳状态,这与张俐等<sup>[13]</sup>、王璐璐等<sup>[14]</sup>的研究一致。T3 时刻,组内比较显示,试验组主观评价疲劳的 FSYS 中的心理

疲劳、生理疲劳和总疲劳得分较 T2 时刻均显著降低,而对照组无显著变化;组间比较也显示,试验组 T3 时刻的 FSYS 心理疲劳、生理疲劳和总疲劳得分也显著低于对照组,可见喜情绪干预能有效改善心理疲劳感,也能调整生理疲劳感。但是,T3 时刻试验组心理疲劳客观评价指标与对照组比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。之所以主观评价指标更能灵敏判断心理疲劳的程度,可能是因为心理疲劳是 1 种主观疲惫的感觉<sup>[6,23]</sup>,即个体更容易从主观上感受到心理疲劳的变化程度。T3 时刻试验组心理疲劳客观评价指标较对照组之所以无明显变化,一方面可能与心理疲劳和主观感受关系密切有关,另一方面可能是因为受试者坐着进行 90 min 的心理疲劳诱导也会有腰酸背痛、体力不够和虚弱等生理疲劳感,而生理疲劳时,

SDNN、MRSSD、SDSD、VLF 和 TP 指标的变化正好与心理疲劳时相反,是降低的<sup>[24]</sup>,这就使得个体既处于生理疲劳,又有心理疲劳时,HRV 在评估心理疲劳上与 FSYS 比较有其局限性。对照组未实施喜情绪干预,虽然已结束了心理疲劳诱导程序,但 T3 时间测试除 RMSSD 指标外,其他指标均显著高于 T1,说明心理疲劳自然复原较慢;而试验组 FSYS 中的心理疲劳在 T3 时刻与 T1 时刻比较差异无统计学意义,进一步表明喜情绪干预能有效缓解心理疲劳感。

喜情绪能调适心理疲劳,可能与心理资源的相关理论有关,心理资源会因其本身的有限性及情绪调节、认知活动和抗拒诱惑等消耗,导致个体出现各种心身问题,而喜情绪能扩建个体的心理资源<sup>[10]</sup>,让个体有充足的心理资源调用,缓解心理耗竭。另外,也可能与心理疲劳的生理基础有关,心理疲劳时脑内多巴胺减少,喜情绪的神经递质是多巴胺,会刺激大脑释放更多的多巴胺,通过引起大脑内多巴胺水平的增加<sup>[25-27]</sup>,调适心理疲劳。

总之,喜情绪诱导能有效改善心理疲劳,甚至生理疲劳也有所缓解。

## 参考文献

- [1] CUTSEM J V, MARCORA S, PAUW K D, et al. The effects of mental fatigue on physical performance: a systematic review [J]. *Sports Med*, 2017, 47(8): 1569-1588.
- [2] 霍军丽, 胡雪慧, 张瑶, 等. 综合心理干预对缓解抗新型冠状病毒肺炎护理人员心理疲劳的效果 [J]. *中华护理杂志*, 2020, 55(增刊): 74-77.
- [3] 冯申梅, 常行, 陈玮, 等. 心理疲劳与框架类型对风险决策的影响 [J]. *新乡医学院学报*, 2021, 38(2): 165-160.
- [4] BATISTA M M, PALUDO A C, SILVA M P D, et al. Effect of mental fatigue on performance, perceptual and physiological responses in orienteering athletes [J]. *J Sport Med Phys Fit*, 2021, 61(5): 673-679.
- [5] COYNE J, COUTTS A J, NEWTON R U, et al. The influence of mental fatigue on sessional ratings of perceived exertion in elite open and closed skill sports athletes [J]. *J Strength Cond Res*, 2021, 35(4): 963-969.
- [6] 李美玲, 张力为, 屈子圆, 等. 心理疲劳对认知控制的影响及奖励的调节作用 [J]. *体育科学*, 2019, 39(6): 36-47.
- [7] 刘晓雨, 张艳, 徐晓晓, 等. 青年士兵疲劳状况及与自杀意念的相关性研究 [J]. *江苏预防医学*, 2018, 29(4): 393-395.
- [8] 李四化. 运动领域长期和短期心理疲劳的理论比较 [J]. *福建体育科技*, 2020, 39(8): 21-24.
- [9] 杜渐, 孔军辉, 李志荣, 等. 中医情志“喜”“悲”视频材料库的编制 [J]. *世界科学技术-中医药现代化*, 2020, 22(9): 3277-3282.
- [10] 李雪. 喜情绪诱导对阔下抑郁人群负性认知调节的事件相关电位研究 [D]. 北京: 北京中医药大学, 2017, 12-13.
- [11] 张金鹏, 李雪, 谭曦, 等. 喜情绪诱导调节阔下抑郁人群情绪认知损伤的事件相关电位技术研究 [J]. *中国全科医学*, 2019, 22(35): 4312-4317.
- [12] 靳灿灿, 徐晓晓, 张俐, 等. 青年军人疲劳预警指标与测评量表的研究 [J]. *西南军医*, 2018, 20(6): 601-604.
- [13] 张俐, 徐晓晓, 靳灿灿, 等. 军校学员心理疲劳对心率变异性和皮温的影响及其预警指标的研究 [J]. *西北国防医学杂志*, 2019, 40(3): 164-168.
- [14] 王璐璐, 李永娟. 心理疲劳与任务框架对风险决策的影响 [J]. *心理科学进展*, 2012, 20(11): 1546-1550.
- [15] 孙瑞山, 刘晓慧, 吴迪. 警觉能心理疲劳风险模型 [J]. *中国安全科学学报*, 2019, 29(10): 1-5.
- [16] QI P, RU H, GAO L, et al. Neural mechanisms of mental fatigue revisited: new insights from the brain connectome [J]. *Engineering-PRC*, 2019, 5: 276-286.
- [17] KUNRTH C A, NAKAMURA FY, ROCA A, et al. How does mental fatigue affect soccer performance during small-sided games? A cognitive, tactical and physical approach [J]. *J Sport Sci*, 2020, 38(15): 1818-1828.
- [18] GAVELIN H M, NEELY A S, DUNS T, et al. Mental fatigue in stress-related exhaustion disorder: structural brain correlates, clinical characteristics and relations with cognitive functioning [J]. *NeuroImage Clin*, 2020, 27: 102337.
- [19] 万育辰, 蔡敏. 脑力疲劳对前注意能力影响的 ERP 研究 [J]. *西北国防医学杂志*, 2021, 42(3): 137-141.
- [20] 沈剑, 李红霞. 矿工作业疲劳对煤矿险兆事件的影响机理: 基于情感耗竭中介变量的分析 [J]. *安全与环境学报*, 2019, 19(2): 527-534.
- [21] YU H, CHEN H, LONG R. (下转第 1185 页)



- economic evaluations[J]. *Med J Islam Repub Iran*, 2017;31:113.
- [11] BROADGATE S, KIIRE C, HALFORD S, et al. Diabetic macular oedema: under-represented in the genetic analysis of diabetic retinopathy[J]. *Acta Ophthalmol*, 2018, 96(Suppl A111): 1-51.
- [12] DORSEY-TREVINO E G, CONTRERAS-GARZA B M, GONZALEZ-GONZALEZ J G, et al. Systematic review and meta-analysis of the effect of SGLT-2 inhibitors on microvascular outcomes in patients with type 2 diabetes: a review protocol[J]. *BMJ Open*, 2018, 8(6): e020692.
- [13] MIZUKAMI T, HOTTA Y, KATAI N. Higher numbers of hyperreflective foci seen in the vitreous on spectral-domain optical coherence tomographic images in eyes with more severe diabetic retinopathy[J]. *Ophthalmologica*, 2017, 238(1/2): 74-80.
- [14] SASONGKO M B, WIDYAPUTRI F, AGNI A N, et al. Prevalence of diabetic retinopathy and blindness in Indonesian adults with type 2 diabetes[J]. *Am J Ophthalmol*, 2017, 181: 79-87.
- [15] SAKAGUCHI S, SAKAGUCHI N, ASANO M, et al. Immunologic self-tolerance maintained by activated T cells expressing IL-2 receptor alpha-chains (CD25). Breakdown of a single mechanism of self-tolerance causes various autoimmune diseases[J]. *J Immunol*, 1995, 155(3): 1151-1164.
- [16] AFZAL N, JAVAID K, ZAMAN S, et al. Enumeration of CD4<sup>+</sup> CD25<sup>+</sup> T regulatory cells in type-II diabetes retinopathy[J]. *Pak J Pharm Sci*, 2014, 27(5): 1191-1197.
- [17] AFZAL N, ZAMAN S, SHAHZAD F, et al. Immune mechanisms in type-2 diabetic retinopathy[J]. *J Pak Med Assoc*, 2015, 65(2): 159-163.
- [18] YANG T T, SONG S J, XUE H B, et al. Regulatory T cells in the pathogenesis of type 2 diabetes mellitus retinopathy by miR-155[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2015, 19(11): 2010-2015.
- [19] AMOAKU W M, SAKER S, STEWART E A. A review of therapies for diabetic macular oedema and rationale for combination therapy[J]. *Eye (Lond)*, 2015, 29(9): 1115-1130.
- [20] SIMÓ-SERVAT O, SIMÓ R, HERNANDEZ C. Circulating biomarkers of diabetic retinopathy: an overview based on physiopathology[J]. *J Diabetes Res*, 2016, 2016: 5263798.

(收稿日期: 2021-11-10 修回日期: 2021-12-29)

(上接第 1180 页)

- Mental fatigue, cognitive bias and safety paradox in Chinese coal mines[J]. *Resour Policy*, 2017, 52: 165-172.
- [22] ABDOLLAHI L, MIRGHAFORVAND M, BA BAPOUR J K, et al. Effectiveness of cognitive-behavioral therapy (CBT) in improving the quality of life and psychological fatigue in women with polycystic ovarian syndrome: a randomized controlled clinical trial[J]. *J Psychosom Obst Gyn*, 2019, 40(4): 283-293.
- [23] QI P, RU H, GAO L, et al. Neural mechanisms of mental fatigue revisited: new insights from the brain connectome[J]. *Engineering PRC*, 2019, 5(2): 183-350.
- [24] 张俐, 徐晓晓, 靳灿灿, 等. 运动疲劳对人体心率变异性和肌电的影响[J]. *华南国防医学杂志*, 2019, 33(3): 177-180.
- [25] 李芷悦. 抗疲劳复方精油的应用及其机理研究[D]. 北京: 北京中医药大学, 2018, 20.
- [26] GU S, WANG F, YUAN T, et al. Differentiation of primary emotions through neuromodulators: review of literature[J]. *Int J Neurol*, 2015, 1(2): 43-50.
- [27] 杨丽冰. 积极情绪的陷阱-自豪与快乐的生理与认知差异[D]. 上海: 华东师范大学, 2020.

(收稿日期: 2021-11-10 修回日期: 2021-12-30)