

高海拔驻留时间对注意网络的影响

安心^{1,2}, 马海林³, 韩布新^{1,2}, 刘冰^{1,2}, 王妍^{1,2}

(1.中国科学院心理健康重点实验室,中国科学院心理研究所,北京 100101;

2.中国科学院大学,北京 100049;3.西藏大学高原脑科学研究中心,拉萨 850000)

【摘要】 目的:考察高海拔缺氧对注意网络影响的时间效应。**方法:**采用队列设计,追踪测试23名首次进入高海拔地区(3650米)大学生的注意网络,三次测试分别完成于驻留一周、一个月和两年。**结果:**注意网络中的执行控制功能受高海拔影响的时间效应显著。驻留一个月后执行控制功能比一周时显著上升,驻留两年后的执行控制功能比一个月时显著下降,但仍显著高于驻留一周时。警觉和定向功能的时间效应不显著。**结论:**高海拔驻留时间影响执行控制功能,一周和两年比一个月时显著下降,推测其随驻留时间延长呈现出先下降、后恢复、再下降的变化趋势。

【关键词】 高海拔缺氧; 注意网络; 执行控制功能; 驻留时间效应

中图分类号: R395.6

DOI: 10.16128/j.cnki.1005-3611.2017.03.023

Attention Network Varied Along with the Time of Residence at High Altitude

AN Xin^{1,2}, MA Hai-lin³, HAN Bu-xin^{1,2}, LIU Bing^{1,2}, WANG Yan^{1,2}

¹CAS Key Laboratory of Mental Health, Institute of Psychology, Beijing 100101, China; ²University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; ³Research Center of Plateau Brain Science, Tibet University, Lhasa 850000, China

【Abstract】 Objective: To investigate the time effect of high altitude hypoxia on attention networks. **Methods:** Data collected in three waves(one week, one month and two years at high altitude area, respectively) were analyzed from a cohort of 23 college students entering the high altitude area(3650m) for the first time. **Results:** Executive control function of attention network is significantly affected by residence time: Post-hoc analysis demonstrated that executive control function performance was significantly improved after month, and then significantly declined after two years which was still significantly higher than that of baseline test. Alerting function and orienting function were not significantly affected by residence time. **Conclusion:** Executive control function is significantly affected by residence time in high altitude. The executive control function in a week and in two years were significantly lower than that of one month,suggesting that executive control function first decreased, then restored and declined again along with the extension of residence time.

【Key words】 High altitude hypoxia; Attention network; Executive control function; Residence time effect

青藏高原面积近240万平方公里,约占我国国土总面积的1/4,具有十分重要的战略地位。西藏自治区常住人口达300万人,随着援藏政策和西部大开发战略的实施,越来越多内地居民也到西藏工作^[1]。高原地区海拔高、空气稀薄、低压、低氧、低温、昼夜温差大、太阳辐射强和紫外线照射量增多,其中对居住者影响最严重的是缺氧^[2]。缺氧会损伤认知功能,如短时记忆、注意广度及注意转换能力、思维判断能力、执行控制功能等^[2,3],制约高原居住人群的工作效能,也关联高原经济的发展和国防安危。

注意是心理活动或意识对一定对象的指向与集中^[4],它将有限的认知资源用于加工目标相关的信息^[5],是一切心理过程得以产生和进行的重要心理属性。Posner等人^[6,7]将注意分为三个子网络,即警觉

(alerting)、定向(orienting)和执行控制(executive control)。“警觉”指维持灵敏状态以接受信息输入的能力;“定向”指从大量感觉输入中选择信息的能力;“执行控制”则是协调、控制认知操作并解决反应冲突的能力。Fan等人根据Posner的理论设计了注意网络测试(attention network test, ANT)^[8],该范式结合线索提示与flanker任务,通过改变线索提示类型、靶刺激来检查注意网络的警觉、定向和执行控制功能,是测量大脑注意网络功能的有效方法^[9]。

已有研究表明缺氧会损伤注意功能。暴露在缺氧环境中8小时后,被试的注意视觉搜索任务成绩下降^[10];随着暴露时间延长,在模拟4200米高原缺氧环境24小时^[11]、模拟4500米高原环境48小时^[12]后,被试分别在科希块(corsi block)任务、数字符号替换任务中表现出注意功能下降;但更长时间(6周)的缺氧暴露却没有发现注意功能损伤。Barkaszi等人^[13]测试Concordia南极站(3233m)驻留6周的11名队员的ANT注意网络的行为和事件相关电位

【基金项目】 国家自然科学基金(31660274,31560277);中国科学院心理健康重点实验室科研基金(KLMH2014ZG13,KLMH2013K04)

安心,马海林为共同第一作者

通讯作者:王妍, wangyan@psych.ac.cn

(event-related potential, ERP), 没有发现缺氧对注意网络功能的显著影响, 认为这是由于他们在此期间已经适应了高海拔环境。长期缺氧暴露研究既发现了缺氧损伤注意功能, 也发现了大脑对缺氧的适应性补偿, 例如, 生长在低海拔地区、成年后移居 3650 米高海拔地区且驻留满 3 年的青年人高、低两种认知负荷条件的空间注意辨别任务测试^[14]表明, 高海拔组的反应时长于低海拔组, 且正确率也低于低海拔组; 高知觉负荷条件下, 高海拔组 P3 成分波幅减小, 说明高海拔组的空间注意功能下降; 在注意加工早期的 N1 成分上, 高海拔组双侧枕叶激活, 注意加工偏侧化效应消失, 可能是高海拔组对缺氧有适应性补偿。采用功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI), Yan 等人^[15, 16]发现暴露于缺氧环境时间更长(20 年)的汉族人注意相关脑区, 如大脑双侧前额叶、右侧扣带回的灰质体积下降, 可能对注意功能造成损伤。以往研究发现, 缺氧对注意功能的影响与在高海拔驻留的时间有关, 但以往的研究多是针对短期急性缺氧^[10-12]或较少的长期慢性缺氧^[14-16]研究, 研究中所涉及的海拔高度也不一致, 因此在固定海拔高度, 注意功能随驻留时间的变化情况还不明晰。

高海拔驻留时间是影响生理对缺氧适应的重要因素。Zubieta-Calleja^[17]以血液中的红细胞比容作为反映高海拔适应的指标, 提出对高海拔的适应随海拔高度和在高原停留时间而变化, 公式是: 高海拔适应因数=暴露在高海拔的时间(日)/海拔高度(千米), 即对于固定的海拔高度, 主要影响因素就是暴露时间。进入 3600 米海拔的适应期可分为三个阶段: 第一阶段为急性适应期(进入高海拔 3 天), 这个阶段易发生急性高原病(acute mountain sickness, AMS), 有疲劳感、头痛、气短、心慌、食欲减退、失眠等症状。第二阶段为亚急性适应, 一些人可能会发生高海拔亚急性心脏病, 但大部分人能随暴露时间的延长通过代偿机制来弥补、逐渐适应缺氧环境。第三阶段为慢性适应或完全的红细胞比容适应, 在此阶段可能会发生慢性高原病, 表现为红细胞过度增多及严重的可逆性组织缺氧。机体进入高海拔后发生的一系列代偿适应性变化也称为“习服”。高钰琪等^[18]依据一定的生理指标和体能指标, 将高原习服分为初步习服(进入高原 7 天以上)、基本习服(进入高原 1 个月以上)和完全习服(进入高原半年以上)三个阶段。生理是心理功能产生的基础, 对高海

拔环境适应的不同生理阶段可能会影响认知功能, 因此, 有必要根据在高海拔驻留的不同时间段追踪考察注意功能。

实验室模拟高原环境^[11, 12]与真实高原情况不同, 研究结果与实际相差甚远^[19, 20]; 此外, 研究被试多为高海拔原居民^[21, 22], 其对缺氧环境的长期适应使基因和生理结构都发生了变化, 如藏族与汉族存在差异^[23], 因此, 对藏族原著民的研究结果可能无法推广至汉族移居者。援藏政策与旅游开发使越来越多生长在平原地区者移居到高原地区, 且居住时间较长(多为两年以上), 因此针对这一人群的现场追踪研究十分有意义。

为了考察高海拔驻留时间对注意网络功能的影响, 本研究采用注意网络测试(ANT)任务追踪测试生长在低海拔地区、首次进入 3650 米海拔驻留一周、一个月和两年的在校大学生, 探讨高海拔缺氧对注意三个子网络即警觉、定向和执行控制影响的时间效应。根据高海拔环境生理适应的三个阶段^[17], 我们假设注意网络功能也有相似的变化, 进而预测进入高海拔一周时, 注意网络功能因急性高原缺氧显著下降; 一月后, 随着对高海拔环境的适应, 注意网络功能有所恢复; 而驻留两年时, 受到慢性高原缺氧的影响, 注意网络功能再次下降。

1 对象与方法

1.1 对象

选取西藏大学在校汉族大学生随机分为实验组和对照组, 其中实验组 27 人(男性 12 人, 19.41 ± 1.14 岁), 对照组一 24 人(男性 13 人, 19.38 ± 1.18 岁), 对照组二 23 人(男性 11 人, 21.31 ± 0.7 岁), 组间年龄差异不显著。所有被试均生长在低海拔地区, 成年后首次进入西藏拉萨(海拔 3650 米), 右利手, 视力正常或者矫正后正常。

采用队列设计, 进行追踪测试。进入高海拔地区一周时, 对实验组进行第一次测试; 一个月时进行第二次测试; 两年时进行第三次测试。截止到第三次测试, 实验组共流失 4 名被试, 最终入组 23 人(男性 9 人, 19.38 ± 1.1 岁)。

为对比是否有练习效应, 实验组进行第二次测试时加入对照组一, 实验组进行第三次测试时加入对照组二。实验组与对照组同时进入高海拔地区, 且对照组一、二均为首次测试(表 1)。

表1 被试情况一览表

时间	实验组		对照组一		对照组二	
	人数		人数		人数	
	男	女	男	女	男	女
一周	12	15	19.41±1.14			
一月	11	15	19.41±1.14		13 11 19.38±1.18	
两年	9	14	21.38±1.1		11 12 21.31±0.7	

1.2 注意网络测试方法

1.2.1 注意网络测试 采用Fan等人^[8]设计的注意网络测试(ANT)考察高海拔缺氧对警觉、定向和执行控制三个注意网络功能的影响。采用E-prime2.0软件编程,17英寸LCD电脑屏幕(分辨率1024×768像素,刷新率75Hz)呈现刺激。星号(*)作为提示物呈现于靶刺激之前。有四种提示条件:无提示物条件;当提示物呈现在屏幕中央时,为中心提示条件;当两个提示物同时呈现在注视点的上方和下方时,为双重提示条件;当提示物只呈现在注视点的上方或下方时,为空间提示条件。靶刺激为一个向左或向右的箭头。箭头两侧同时呈现两条横线为中性条件,呈现与靶刺激方向一致的箭头为一致条件,呈现与靶刺激方向不一致的箭头为不一致条件,共三种类型。实验开始时,首先在屏幕中央呈现注视点“+”,呈现时间400~1600ms内随机;而后呈现提示物100ms;随后,再呈现注视点400ms;接着呈现靶刺激1700ms,靶刺激(视角为3.27°)呈现在注视点的上方或下方固定位置处(视角为1.06°),要求被试在靶刺激(中心箭头)朝左时按鼠标左键,箭头朝右时按鼠标右键;被试在1700ms内按键反应后靶刺激消失,如果在1700ms内未反应靶刺激自动消失,随后再呈现注视点“+”(图1)。记录被试的反应时(Reaction Time, RT)和正确率。实验包括24个练习试次和288个正式试次,被试者每完成96个试次可休息一次,实验时长约20min。

1.2.2 注意网络效率计算 注意三个网络(警觉、定向和执行控制功能)的效率得分由反应时(RT)相减得出^[8]:警觉网络效率得分=RT_{无提示}-RT_{双重提示},差值越大说明警觉网络效率越高,因为提示使注意集中于靶刺激将要出现的位置,从而减少反应时(警觉功能);定向网络效率得分=RT_{中心提示}-RT_{空间提示},差值越大定向能力越好,因为有效空间提示使注意定向到靶刺激位置(定向功能);执行控制网络效率得分=RT_{不一致条件}-RT_{一致条件},差值越小说明执行控制网络功能越好,因为当靶箭头方向与周围箭头不一致时,执行控制网络需要抑制干扰刺激以有效地加工靶,所以比一致条件的反应时更长(执行控制功能)。

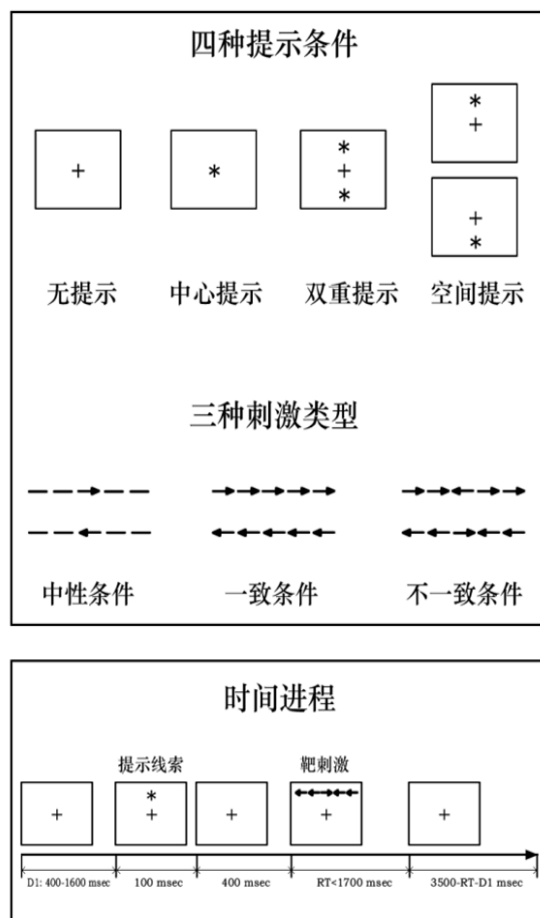


图1 ANT实验程序中的四种提示条件、三种刺激类型和时间进程

1.3 统计方法

数据采用SPSS21.0软件统计。采用单因素方差分析,自变量是三次追踪时间点(一周、一月、两年),因变量包括每次追踪的反应时、正确率、警觉、定向、执行控制网络效率;如果时间点主效应显著,则采用LSD(Least Significant Difference)事后比较。实验组与对照组比较采用独立样本 t 检验。

2 结果

2.1 实验组 ANT 追踪测试结果差异比较

对实验组三次追踪测试结果进行单因素方差分析,平均反应时、正确率、警觉和定向网络效率的时间主效应不显著,执行控制网络效率的时间主效应显著 $F(2, 21) = 23.57, P < 0.0001$ 。事后比较显示,一月和两年时执行控制网络效率得分比一周的显著下降($D = 42.18, P < 0.0001$; $D = 31.27, P < 0.001$);两年时执行控制网络效率得分比一个月的显著上升($D = -10.91, P < 0.01$),见表2。

表2 实验组和对照组 ANT 测试结果(M±SD)

组别	时间	人数	警觉(ms)	定向(ms)	执行控制(ms)	平均反应时(ms)	正确率(%)
实验组	一周	23	40.80±23.21	39.31±14.96	103.09±38.72	521.94±83.28	0.97±0.03
	一月	23	51.11±25.60	40.32±15.26	60.92±18.36***	503.32±67.22	0.98±0.03
	两年	23	55.37±18.44	35.71±17.47	71.83±21.96**	481.49±61.54	0.97±0.04
对照组	一月	24	42.93±18.98	46.40±19.03	81.12±31.13	510.87±62.90	0.98±0.04
	两年	23	46.65±19.28	40.33±14.33	84.82±26.14	499.84±72.64	0.98±0.03

注:***为实验组一月与一周相比, $P<0.001$;**为实验组两年与一月相比 $P<0.01$;下同。

2.2 实验组与对照组 ANT 测试结果差异比较

为比较是否有练习效应,本研究重复采用独立样本 t 检验比较实验组与对照组测试结果,实验组第二次测试执行控制网络效率得分显著低于对照组一, $t(45)=-2.7, P<0.01$;实验组第三次测试与对照组二执行控制网络效率得分差异不显著;实验组第一次测试执行控制网络效率得分显著高于对照组一, $t(45)=2.1, P<0.05$;实验组第二次测试执行控制网络效率得分显著低于对照组二, $t(44)=-3.6, P<0.001$;对照组一执行控制网络效率得分略低于对照组二,但差异不显著。执行控制网络效率得分越低,代表执行控制功能越好。

3 讨 论

本研究旨在探讨高海拔缺氧对注意网络功能影响的时间效应,针对以往只研究短期急性缺氧或长期慢性缺氧的缺陷,连续追踪注意网络功能在缺氧环境中由短期(一周)到长期(两年)的变化;发现注意网络中执行控制功能在一周和两年时比一个月显著下降,由此推测其随驻留时间延长呈现出与生理对高海拔的适应阶段对应的规律,即一周时显著下降,一个月后有所恢复,两年后再次下降,与本研究假设一致;但警觉和定向功能的时间效应不显著,与假设不同。

执行控制功能随着高海拔驻留时间的变化规律与 Zubieta-Calleja^[17]提出的高海拔生理适应过程吻合。首先,相比驻留一个月和两年,驻留一周时执行控制功能显著下降。这是由于从平原地区进入3650米海拔,人体受急进高原缺氧的影响而产生不同程度的生理不适,同时影响认知功能^[24]。stroop 色词测试证实^[11],急性缺氧使大脑抑制干扰信息的能力下降。

其次,驻留一个月时的执行控制功能比一周的显著上升。在实验组驻留一个月时为对比是否有练习效应加入对照组一,实验组执行控制功能显著好于对照组,可能是由于实验组在两次测试之间时间间隔较短,存在练习效应;但将对照组一与实验组驻

留一周时测试结果相比,发现对照组执行控制功能显著好于实验组,由此说明,在高海拔驻留一个月后执行控制功能上升。可能是由于大脑通过代偿机制弥补缺氧状况,逐渐适应了缺氧环境,使认知功能有所恢复。Zubieta-Calleja^[17]提出在3600米海拔红细胞比容1月左右能达到最优水平,表明了对该海拔持续、稳定的适应;高钰琪等人^[18]也认为进入高原1个月以上,机体满足一定的生理指标和体能指标则可看作对高原环境基本习服。采用静息态脑电(Electro-EncephaloGraphic, EEG)研究发现^[25],进入高海拔(3800米)30天后, α 波的能量显著升高,表明此时身体放松,大脑获得的能量较高,思维活动较为快速、顺畅^[26]。因此,在此阶段认知功能较之前有所上升。对3233米海拔驻留6周被试的ANT测试并未发现缺氧对注意网络功能的显著影响^[13],也说明了在此阶段注意功能对高原环境的适应。

最后,驻留两年时的执行控制功能比一个月的又显著下降。实验组驻留两年时测试结果与对照组二之间差异不显著,表明实验组驻留一月和两年时的测试时间间隔较长,可以排除练习效应;同时,对照组二比实验组驻留一月和对照组一的执行控制功能都差,可见,在高原环境中暴露两年,会造成执行控制功能的再次损伤。由于长期暴露在缺氧环境下会对大脑结构产生影响,例如:采用fMRI对生长在高海拔地区的汉族人的研究发现,长期(约20年)反复暴露于缺氧环境会导致大脑双侧前额叶灰质体积减小^[15,16],直接损伤执行控制功能的神经基础。采用ERP对生长在低海拔地区,成年后移居高海拔地区居住三年的青年人进行测试^[27-29],也发现了慢性高原缺氧对执行控制功能的损伤:在Flanker任务中,高海拔组不一致条件P3成分波幅小于低海拔组,说明长期高海拔缺氧影响执行控制冲突解决阶段的冲突控制加工,且以牺牲注意资源来保证冲突控制加工;在Go/No-Go任务中,长期暴露在高海拔环境使执行控制反应抑制过程中冲突监控阶段的加工速度减慢。

本研究中警觉和定向网络功能三次追踪测试结

果统计检验差异不显著,可能是由于警觉和定向任务相对简单,对认知资源占用较少,因而在行为测试中没有出现显著差异。以往研究发现缺氧条件下,注意功能受任务难度的影响^[14,30],认知资源占用越多,注意功能下降越明显。虽然本研究未监测到警觉和定向网络功能的时间效应,但是在以往视觉搜索任务^[10]、科希块测试任务^[11]、自动空间注意辨别任务^[14]等包涵了警觉和定向功能的测试中都发现了注意功能的下降。因此在未来的研究中需要采用更恰当、更敏感的测试方法考察注意的警觉和定向功能。

本研究的主要发现是注意网络中执行控制功能在高海拔驻留一周、一个月和两年时的情况不同,其变化的规律与生理对高海拔的适应阶段相吻合。对进入高原工作者的启示是,刚进入高原一周内不要从事过于精细的工作;应注意休息,积极适应高原环境。进入高原两年执行控制功能就会受慢性缺氧的影响而下降,可为以后制定援藏政策(驻留时间)提供参考。最后,本研究针对生长在平原地区、初次进入高海拔区的汉族人进行,较模拟高原环境研究更能反映现实问题,也更利于向汉族移居者推广。

参 考 文 献

- 1 国务院新闻办公室.《西藏发展道路的历史选择》白皮书. 2015年4月15日
- 2 杨国愉,冯正直,汪涛.高原缺氧对心理功能的影响及防护.中国行为医学科学,2003,12(4):471-473
- 3 Virués-Ortega J, Buela-Casal G, Garrido E, et al. Neuropsychological functioning associated with high-altitude exposure. Neuropsychology Review, 2004, 14(4): 197-224
- 4 彭聃龄.普通心理学.北京:北京师范大学出版社,2004. 218
- 5 周平艳,张红霞,范文勇,等.不同戒断期药物成瘾者注意控制能力的ERP研究.中国临床心理学杂志,2017,25(1): 6-11
- 6 Posner MI, Petersen SE. The attention system of the human brain: 20 years after. Neuroscience, 1990, 13(13): 73-89
- 7 Fossella J, Posner MI, Fan J, et al. Attentional phenotypes for the analysis of higher mental function. The Scientific World Journal, 2002, 2: 217-223
- 8 Fan J, McCandliss BD, Sommer T, et al. Testing the efficiency and independence of attentional networks. Journal of Cognitive Neuroscience, 2002, 14(3): 340-347
- 9 王长青,汪凯,孟玉.注意网络测验(ANT)在中国成人中的应用.中国临床心理学杂志,2005,13(4): 386-388
- 10 Stivalet IV P, Leiffen D, Poquin D, et al. Positive expiratory pressure as a method for preventing the impairment of attentional processes by hypoxia. Ergonomics, 2000, 43(4): 474-485
- 11 Aquino Lemos V, Antunes HKM, Santos RVT, et al. High altitude exposure impairs sleep patterns, mood, and cognitive functions. Psychophysiology, 2012, 49(9): 1298-1306
- 12 Evans WO, Witt NF. The interaction of high altitude and psychotropic drug action. Psychopharmacologia, 1966, 10(2): 184-188
- 13 Barkaszi I, Takács E, Czigler I, et al. Extreme environment effects on cognitive functions: A longitudinal study in high altitude in antarctica. Frontiers in Human Neuroscience, 2016, 10: 331
- 14 Wang Y, Ma H, Fu S, et al. Long-term exposure to high altitude affects voluntary spatial attention at early and late processing stages. Scientific Reports, 2014, 4(3): 1-8
- 15 Yan X, Zhang J, Shi J, et al. Cerebral and functional adaptation with chronic hypoxia exposure: a multi-modal MRI study. Brain Research, 2010, 1348: 21-29
- 16 Yan X, Zhang J, Gong Q, et al. Adaptive influence of long term high altitude residence on spatial working memory: an fMRI study. Brain and Cognition, 2011, 77(1): 53-59
- 17 Zubieta-Calleja G. Human adaptation to high altitude and to sea level: Acid-base equilibrium, ventilation and circulation in chronic hypoxia. Copenhagen: VDM Publishing, 2010. 39-41
- 18 高钰琪,罗德成,牛文忠,等.高原习服的评价标准与方法研究.第三军医大学学报,2001,23(12): 1453-1454
- 19 Hornbein TF, Townes BD, Schoene RB, et al. The cost to the central nervous system of climbing to extremely high altitude. New England Journal of Medicine, 1989, 321(25): 1714-1719
- 20 Jason GW, Pajurkova EM, Lee RG. High-altitude mountaineering and brain function: Neuropsychological testing of members of a Mount Everest expedition. Aviation, Space, and Environmental Medicine, 1989, 60(2): 170-173
- 21 Jansen GFA, Krins A, Basnyat B, et al. Cerebral autoregulation in subjects adapted and not adapted to high altitude. Stroke, 2000, 31(10): 2314-2318
- 22 Jansen GFA, Krins A, Basnyat B, et al. Role of the altitude level on cerebral autoregulation in residents at high altitude. Journal of Applied Physiology, 2007, 103(2): 518-523
- 23 Simonson TS, McClain DA, Jorde LB, et al. Genetic determinants of Tibetan high-altitude adaptation. Human Genetics, 2012, 131(4): 527-533
- 24 Wilson MH, Newman S, Imray CH. The cerebral effects of ascent to high altitudes. The Lancet Neurology, 2009, 8(2): 175-191
- 25 Zhao J, Zhang R, Yu Q, et al. Characteristics of EEG activity during high altitude hypoxia and lowland reoxygenation. Brain Research, 2016, 1648: 243-249

- (1): 37-42
- 14 Gonzales AL, Hancock JT. Mirror, mirror on my Facebook wall: Effects of exposure to Facebook on self-esteem. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 2010, 14(1-2): 79-83
 - 15 Acun-Kapikiran N, Krk Z, Kapikiran S. The relation of parental attitudes to life satisfaction and depression in early adolescents: The mediating role of self-esteem. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 2014, 14: 1246-1252
 - 16 Bajaj B, Robins RW, Pande N. Mediating role of self-esteem on the relationship between mindfulness, anxiety, and depression. *Personality and Individual Differences*, 2016, 96: 127-131
 - 17 Forest AL, Wood JV. When social networking is not working individuals with low self-esteem recognize but do not reap the benefits of self-disclosure on Facebook. *Psychological Science*, 2012, 23(3): 295-302
 - 18 Greitemeyer T, Mügge DO, Bollermann I. Having responsive Facebook friends affects the satisfaction of psychological needs more than having many Facebook friends. *Basic and Applied Social Psychology*, 2014, 36(3): 252-258
 - 19 Liu D, Brown BB. Self-disclosure on social networking sites, positive feedback, and social capital among Chinese college students. *Computers in Human Behavior*, 2014, 38(3): 213-219
 - 20 Mruk CJ. Self-esteem research, theory, and practice: Toward a positive psychology of self-esteem. Springer Publishing Company, 2006
 - 21 Kapikiran S. Loneliness and life satisfaction in Turkish early adolescents: The mediating role of self esteem and social support. *Social Indicators Research*, 2013, 111(2): 617-632
 - 22 Valkenburg PM, Peter J, Schouten AP. Friend networking sites and their relationship to adolescents' well-being and social self-esteem. *Cyberpsychology & Behavior*, 2006, 9(5): 584-590
 - 23 Yang C. It makes me feel good: A longitudinal, mixed-methods study on college freshmen's Facebook self-presentation and self development. Doctoral Thesis. University of Wisconsin-Madison, 2014
 - 24 Kong F, Zhao J, You X. Emotional intelligence and life satisfaction in Chinese university students: The mediating role of self-esteem and social support. *Personality and Individual Differences*, 2012, 53(8): 1039-1043
 - 25 田录梅. Rosenberg(1965)自尊量表中文版的美中不足. *心理学探新*, 2006, 26(2): 88-91
 - 26 Ellison NB, Steinfield C, Lampe C. The benefits of Facebook "friends:" Social capital and college students' use of online social network sites. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 2007, 12(4): 1143-1168
 - 27 Brunskill D. Social media, social avatars and the psyche: Is Facebook good for us? *Australasian Psychiatry Bulletin of Royal Australian & New Zealand College of Psychiatrists*, 2013, 21(6): 527-532
 - 28 Fredrickson BL. The role of positive emotions in positive psychology: The broaden-and-build theory of positive emotions. *American Psychologist*, 2001, 56(3): 218-226
 - 29 姚琦, 马华维, 阎欢, 等. 心理学视角下社交网络用户个体行为分析. *心理科学进展*, 2014, 22(10): 1647-1659
 - 30 Walters NT, Horton R. A diary study of the influence of Facebook use on narcissism among male college students. *Computers in Human Behavior*, 2015, 52: 326-330
 - 31 Orth U, Robins RW, Meier LL, et al. Refining the vulnerability model of low self-esteem and depression: Disentangling the effects of genuine self-esteem and narcissism. *Journal of Personality and Social Psychology*, 2015, 110(1): 133-149
- (收稿日期:2016-10-12)
-
- (上接第506页)
- 26 Fingelkurts AA, Fingelkurts AA. Alpha rhythm operational architectonics in the continuum of normal and pathological brain states: Current state of research. *International Journal of Psychophysiology*, 2010, 76(2): 93-106
 - 27 Ma H, Wang Y, Wu J, et al. Long-term exposure to high altitude affects conflict control in the conflict-resolving stage. *PloS One*, 2015, 10(12): e0145246
 - 28 Ma H, Wang Y, Wu J, et al. Overactive performance monitoring resulting from chronic exposure to high altitude. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 2015, 86(10): 860-864
 - 29 Ma H, Wang Y, Wu J, et al. Long-term exposure to high altitude affects response inhibition in the conflict-monitoring stage. *Scientific Reports*, 2015, 5: 13701
 - 30 Bonnon M, Noel-Jorand MC, Therme P. Effects of different stay durations on attentional performance during two mountain expeditions. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 2000, 71(7): 678-684
- (收稿日期:2016-12-01)