

高原低氧对脑功能的影响¹⁾

林仲贤 马谋超 洪生勤* 王树茂**

中国科学院心理研究所

徐秉炬 陆锦根

中国科学院上海生理研究所

摘 要

本文报告了海拔4,000米左右低氧对脑功能的影响,并观察了高原现场驾驶汽车劳动6小时后脑功能的变化。所用测试指标如下:视觉机能(颜色分辨、深度觉、视觉疲劳和视觉注意稳定性等测验);听觉机能(听阈测验、听觉疲劳、声音强度辨别阈和声源定向等测定);记忆联想和演算能力测定;反应时和手脚协同活动反应;驾驶追踪动作和汽车穿桩实验等多种综合指标。结果表明,一些指标有影响,另一些指标没有影响。总的看来,海拔4,000米左右的高原现场对人的感觉机能和脑功能没有明显的影响。

前 言

人在高山环境中,身体产生不适的感觉早在十六世纪就已为人们所发现,长期以来一直引起有关研究者的兴趣。缺氧对人脑功能(感觉机能、睡眠、意识、学习、记忆、思维和情绪等)的影响虽已有过一些零星的科学记载^(6,7,10),但大都是在静止条件下获得的结果,而对于在高山缺氧环境中从事一定劳动时,脑功能会遭受一些什么影响,还未见到系统的报道。我国高原地区的资源开发,有关部门很需要有关这方面的科学资料。国内一些高山科学工作者自1965年起曾对高原缺氧生理进行了一定的研究⁽¹⁾。本研究系从脑功能的角度,对高原地区的汽车司机的感觉机能、注意稳定性、记忆联想和演算能力、视觉反应时、手脚协同反应、驾驶追踪动作及汽车穿桩技术的情况,进行了现场实验与观察,所得资料提供有关部门参考。

实 验 方 法

受试对象为男性汽车司机11人(个别实验包括 矿山工人和技术员各 8 人的资料),年龄在24—30岁之间的 9 人,32岁和45岁的各 1 人。身体均健康。受试者已有 3 个月以上的高原适应期。实验场地在某矿区海拔2,640米和4,000米两地进行。个别对照实验在海

1) 本文1979年6月12日收到。

* 现工作单位山西省生物研究所

** 原北京大学心理学专业研究生,现辽宁社会科学院

拔为零米左右地区(吐鲁番或上海)进行。两处实验都是先进行劳动前的对照实验,在随后的实验日再进行开车 6 小时的劳动实验。劳动实验时受试者驾驶解放牌载重卡车。在整个实验的一个月期间,受试者居住在海拔 2,640 米工地;当进行海拔 4,000 米实验时,每日乘车前往。

本实验测试观察的心理和生理指标包括:视觉机能、听觉机能、记忆和思维、反应时和各类动作操作反应等五部分。各部分的测试项目和实验方法将在实验结果中一并介绍。

实 验 结 果

一、视觉机能测验:在 11 名受试者身上测验了低氧对视觉机能的影响,采用了四种指标,所得结果如下:

(1) 颜色分辨实验:实验时受试者在公路上辨认特制的颜色标志牌。标志牌有红、绿、黄、蓝、白五种颜色,面积为 30×20 厘米。测验时受试者距离标志牌 60 米及 120 米两处进行颜色辨认。每种颜色各显示 3 次,共 15 次,按随机次序呈现。所得结果见表 1。

由表可见,在海拔 2,640 米的高原上,除蓝色外,人对其他各色的辨认力没有变化。在海拔 4,000 米,人对红绿两色的辨认力也是正常的,在短距离(60 米)观察条件下,黄、白两色也能相当正确地分辨,只是在较远距离(120 米)时,黄、蓝、白三色有辨认不清的现象。

(2) 深度觉实验:使用 Dolman 式深度仪测定受试者在不同海拔高度劳动前后的深度觉变化情况。每次实验均进行 4 次测定,计算其平均值。结果见表 2。由表可见,无论在海拔 2,640 米或 4,000 米,受试者经一天 6 小时开车劳动后,深度觉能力均明显下降。不同海拔高度也表现了一定影响,但不及劳动的影响明显。

表 1 不同海拔高度颜色分辨实验结果(次数)

海拔高度	辨认距离	红 色		绿 色		黄 色		蓝 色		白 色	
		正 确	错 误	正 确	错 误	正 确	错 误	正 确	错 误	正 确	错 误
2,640 米	60 米	33	0	33	0	33	0	29	4(黑)	33	0
	120 米	33	0	33	0	33	0	9	24(黑)	33	0
4,000 米	60 米	33	0	33	0	33	0	25	5(黑) 3(紫)	32	1(黄)
	120 米	33	0	33	0	22	11(白)	7	20(黑) 6(紫)	29	3(灰) 1(黄)

注:数字为每种颜色测验的人次所辨认的次数,受试人数 11 人,每人对每种颜色辨认 3 次,总计 33 次。
括弧内颜色为误认的颜色名称。

表 2 不同海拔高度劳动前后深度觉误差值(毫米)

海 拔 高 度	2,640 米		4,000 米		
	实 验 时 间	劳 动 前	劳 动 后	劳 动 前	劳 动 后
平 均 值		8.06	15.15	11.86	17.93
标 准 差		5.04	4.31	5.35	5.82
相同海拔高度劳动前后差异性比较		$t=4.992, P<0.01$ (显著)		$t=5.941, P<0.01$ (显著)	
不同海拔高度劳动前差异性比较		$t=2.562, P<0.05$ (显著)			
不同海拔高度劳动后差异性比较		$t=1.564, P>0.05$ (不显著)			

(3) 视觉疲劳测验: 采用闪光临界融合频率为指标, 测定司机的视觉疲劳情况。实验是在司机劳动前和劳动后进行的。实验时, 受试者眼部距离测定仪器40厘米, 主试者对仪器上的闪光灯进行10次调整, 每次调整都是从明显的断续闪光开始, 逐步调整增加闪光频率直到受试者报告灯光刚刚停止闪动已成为连续的恒定灯光为止。计算10次调整的平均值。实验结果(表3)表明, 无论在海拔2,640米或4,000米, 司机经过6小时驾车劳动

表3 不同海拔高度劳动前后闪光融合频率(次/秒)

海拔高度	2,640米		4,000米	
	劳动前	劳动后	劳动前	劳动后
实验时间				
平均值	35.0	33.3	34.7	32.9
标准差	2.05	2.46	2.46	1.31
相同海拔高度劳动前后差异性比较	t=5.251, P<0.01(显著)		t=3.438, P<0.01(显著)	
不同海拔高度劳动前差异性比较	t=0.415, P>0.05(不显著)			
不同海拔高度劳动后差异性比较	t=0.516, P>0.05(不显著)			

后, 闪光临界融合频率均有所下降。不同海拔高度的结果相比较, 差别不显著($P>0.05$), 这说明海拔高度的影响不大。

(4) 视觉注意稳定性的测定: 采用一台“钟面监视仪”进行, 仪器上的指针依一定速度作反时针方向转动, 要求受试者集中注意力, 注视着指针的转动, 如发现指针在运转中稍一停顿, 便立即作按键反应, 如在2秒种内没有反应即作脱漏(不计反应时间), 以脱漏次数及错误反应次数(不应按键时作了按键反应)作为注意稳定性波动指标。实验时间为6分钟。从表4的结果可见, 海拔高度对视觉注意稳定性的影响不明显($P>0.05$)。

表4 不同海拔高度视觉注意稳定性的比较*

海拔高度	2,640米		4,000米	
	劳动前	劳动后	劳动前	劳动后
实验时间				
平均值(次)	14.2	20.2	19.5	28
标准差(次)	8.5	16.0	14.3	21.2
相同海拔高度劳动前后差异性比较	t=1.592, P>0.05(不显著)		t=2.222, P<0.05(显著)	
不同海拔高度劳动前差异性比较	t=1.100, P>0.05(不显著)			
不同海拔高度劳动后差异性比较	t=1.308, P>0.05(不显著)			

* 为计算结果方便起见, 将脱漏次数和错误次数合并计算。

二、听觉机能测验: 这部分实验在汽车驾驶员和其他工作人员27人身上进行。部分资料包括海平面(上海)的实验结果。实验用电测听机(DAI型, Kamplex, 丹麦)在半隔音小室内进行。测试项目及结果如下:

(1) 听阈测定: 在27名受试者身上, 依常规进行气导听阈测定, 描绘听力曲线。实验显示, 在3个不同海拔高度上的听力曲线相似(图1), 海拔4,000米高度对人的听阈没有影响。有3名受试者的听力在不同的频率部分有听力障碍现象, 但是, 这种听力障碍的

程度在不同的海拔高度上是相近的,海拔升高并未加深其听力障碍的程度(图2)。在劳动实验中,两种海拔高度上,有4人的听力曲线在劳动前后没有明显的区别;有7人的低频部分或高频部分的听力略有一些下降。不过,这种下降是暂时现象,第二天即恢复到原来的水平(图3)。在海拔4,000米进行的连续15天的实验表明,去4,000米低氧环境的日数增加并未引起听阈变化。

(2) 听觉疲劳测验:采用刺激后疲劳测验法,即用频率为2,000赫兹高于听阈50分贝的纯音,持续作用于受试者耳部3分钟,然后复测受试者2,000赫兹的听阈变化。实验结果表明,低氧并未引起听觉疲劳的异常现象。从11名驾驶员两种海拔高度劳动前后的总共44人次测定结果看,仅有1人次的疲劳刺激后听阈上升25分贝,其余43人次听阈上升为5或10分贝,均在正常范围内(听力正常者刺激后听阈上升最大不超过12分贝^[3]。)

(3) 声音强度辨别阈的测验:采用调幅式测验法^[3],用实际听阈以上40分贝的纯音,调节其强度,使周期性地产生一定的短暂变化,以测验受试者所能区别的音强最小变化。实验采用250、1,000、4,000赫兹3种频率。以11名驾驶员的测验结果为例,在两海拔高度上劳动前后测验的3种频率总共132人次实验结果中,只发现有2人次在海拔2,640米的强度辨别敏感度为2分贝,其余均在0.6—1.0分贝范围内,均属正常范围。

(4) 声源定向测定:在11名受试者身上进行了声源定向测定。将一小喇叭置于通过耳部的水平面距耳部1.5米的圆弧木架上,沿着圆弧木架移动,以测定受试者对声源的最小可分辨的水平角度。实验表明,在海拔2,640米,一般最小的可分辨角度为11.25度;

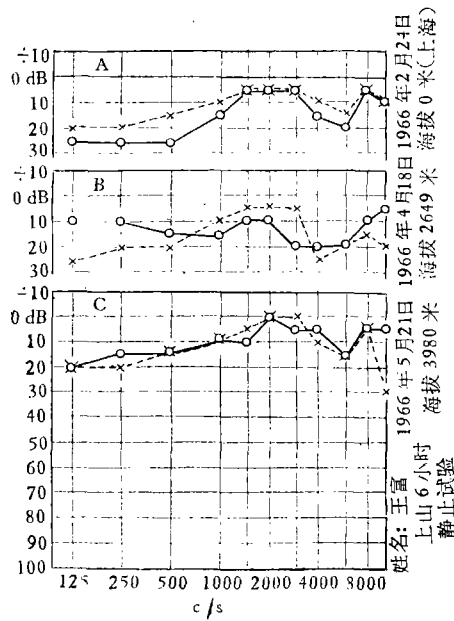


图1 不同海拔高度听力曲线图示例
A、B、C分别示同一受试者(王富)在不同海拔高度上所测得的听力曲线图,均为静止实验。

○—○—○:右耳气导;
×—×—×:左耳气导。详细说明见正文。

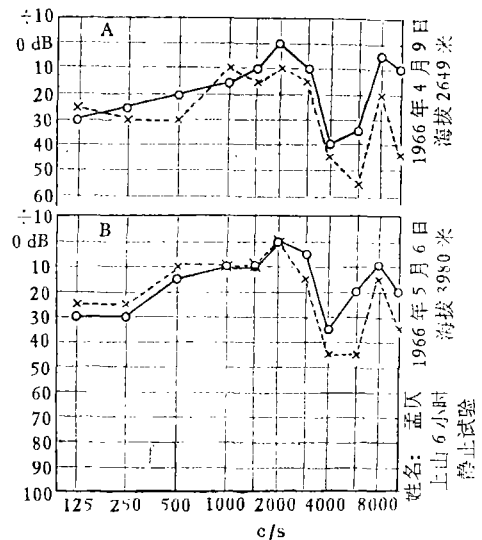


图2 听力障碍的受试者的听力曲线图示例
A、B分别示同一受试者(孟庆)在两种海拔高度上的听力曲线图。标记同图1,说明见正文。

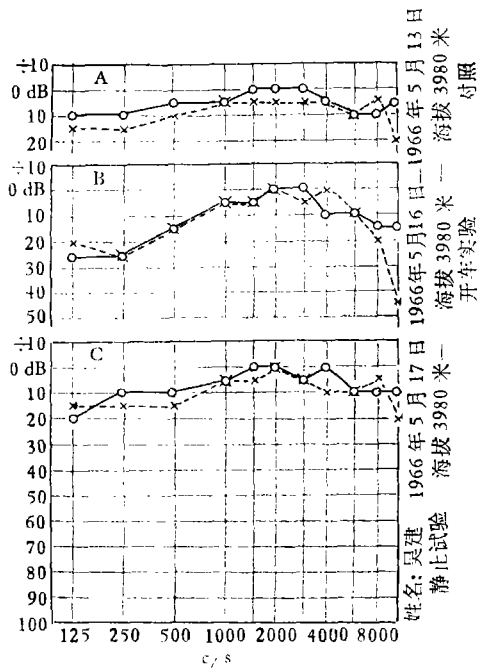


图 3 驾驶汽车劳动后听力暂时下降现象及其恢复过程

- A. 劳动前对照测定;
 B. 另一日劳动后测定, 低频 125、250 赫兹和高频 10,000 赫兹部分有不同程度 (15~25 分贝) 的听力下降;
 C. 劳动后一日测定结果, 听力曲线已恢复正常。

分 (73% 正确), 在 4,000 米, 平均得 16.4 分 (68% 正确), 劳动后得 16.6 分 (69% 正确)。经统计处理, $P > 0.05$, 说明两海拔高度和劳动前后的结果都没有明显差别。

(3) 汉字记忆: 运用速示器给受试者每隔 1 秒呈现 1 个汉字, 共呈现 6 个汉字, 然后让受试者一一写出, 完全正确的得 18 分。实验结果为, 海拔 2,640 米平均得 14.7 分 (82% 正确), 劳动后得 15.6 分 (87% 正确); 海拔 4,000 米得 15.8 分 (88% 正确), 劳动后得 14.9 分 (83% 正确)。表明两海拔高度上汉字瞬时记忆力无明显的差别 (经统计处理, $P > 0.05$)。

(4) 形象记忆: 给受试者先后呈现 10 张图片, 每张图片显示 2 秒钟, 图片的内容是一般熟知的物体, 如火车、雄鸡等, 显示后 1—2 秒让受试者一一说出所见过的图片名称。所得结果 (表 5) 表明, 两海拔高度没有显著差别。

(5) 联想测验: 主试者向受试者念 10 对辞汇, 每对辞汇的前后两辞的意义具有不同程度的联系。如: 火车——交通; 矿山——钢铁。以普通语言速度每隔一秒念一对辞, 念毕后, 主试者提示前一辞, 受试者应能回答出相应的后一辞。实验结果见表 5, 两海拔高度没有显著差别。

(6) 演算能力测验: 在两种海拔高度上测验了两位数加减乘除算术题的演算能力 (各 3 题)。以演算时间和错误多少为指标。实验结果表明, 加减乘除的演算错误在两种海拔高度上无明显区别, 加减题全对; 乘除题在海拔 2,640 米的正确为 87%; 在 4,000 米为

在海拔 4,000 米, 这种辨别能力没有发生变化。

三、记忆和思惟测验

在 11 名受试者身上进行了记忆和演算能力的测验。采用以下几种指标, 所得结果如下:

(1) 瞬时记忆广度测验: 利用“记忆广度测验数字表”进行⁽⁴⁾。测验时向受试者读出一个几位数的数字, 读完后要求受试者随即按照这个数字同样复述一遍。测验时依一般语言速度先用短的数字 (如 3 位数) 开始 (每一数目测验 3 次), 逐步用较多位数的数字测验, 直到受试者不能正确跟随复述为止。这样可测知受试者所能跟随复述的最长数字的位数, 即为其瞬时记忆广度能力。实验结果见表 5。由表可见, 两种海拔高度的结果没有显著差别。

(2) 数字记忆: 运用速示器, 每隔 1 秒呈现一个数字, 共呈现 8 次, 然后让受试者将呈现过的数字一一写出, 完全正确得 24 分。在海拔 2,640 米, 11 名受试者平均得 16.8 分 (70% 正确), 劳动后得分 17.6

表 5 18名受试者*不同海拔高度瞬时记忆、形象记忆和联想测验结果综合表

测验项目	瞬时记忆(数字位数)			形象记忆(图片张数)			联想测验(词汇对数)		
	0米**	2,640米	4,000米	0米**	2,640米	4,000米	0米**	2,640米	4,000米
海拔高度									
平均值	7.8	7.9	7.9	7.8	7.6	7.9	7.4	7.6	8.1
标准差	—	1.33	1.45	—	1.25	1.33	—	1.61	1.11
不同海拔差异性比较	—	F>0.05 (不显著)		—	F>0.05 (不显著)		—	F>0.05 (不显著)	

* 18名受试者中有11名为汽车驾驶员。

** 18名受试者中有5人进行了海拔0米(吐鲁番)的实验,表中仅列其平均值供参考。

82%。加减题所需的演算时间在两种海拔高度上亦无明显区别(两个海拔高度分别为21秒和23秒)。但是,乘除法所需的时间在两海拔高度上有一些差别,在海拔2,640米为2分25秒;在海拔4,000米为3分27秒。

四、反应时及复杂动作操作反应的测定

这部分实验包括视觉反应时和以反应时为基础的几项复杂操作反应的测定,所得结果如下:

(1) 视觉反应时的测定:运用“视觉颜色讯号反应仪”测定司机对不同色光信号的反应速度和准确性。灯光讯号分别为红光、绿光和黄光,按随机顺序呈现,每种色光信号共出现10次。要求司机的手脚对不同颜色光讯号作出相应的反应。用1/100秒停钟记录反应时,并记录错误次数。实验结果见表6。结果表明,两种海拔高度和劳动前后的视觉反应时都没有明显的差别(经统计处理, $P>0.05$)。

表 6 不同海拔高度视觉选择反应时结果比较(单位:毫秒)

海拔高度 测验时间	2,640米				3,980米			
	劳动前		劳动后		劳动前		劳动后	
测验结果	反应时	错误次数	反应时	错误次数	反应时	错误次数	反应时	错误次数
平均值	596.1	0.27	619.0	0.45	612.1	1.0	638.2	1.36
标准差	40.0	0.60	42.7	0.63	62.6	1.03	51.8	1.29
相同海拔高度劳动前后差异性比较	t=1.978, F>0.05(不显著)				t=2.077, F>0.05(不显著)			
不同海拔高度劳动前差异性比较	t=1.523 F>0.05(不显著)							
不同海拔高度劳动后差异性比较	t=1.566 F>0.05(不显著)							

(2) 手脚协同反应试验:实验用“手脚协同反应仪”进行。这项仪器是专为选拔汽车司机用的,可以测验受试者手脚协同动作的准确性和灵活性。仪器上依不同组合次序可相继出现不同的讯号灯或图形,司机应根据规定立即作出手脚的相应反应(手按按钮,脚踏踏板)。讯号的变换速度在1—1.4秒之间。每回实验连续呈显44次讯号。反应的正确与错误次数均有自动记录;反应迟缓则形成脱漏。先在海拔2,640米进行7—8回学习训练(每日学习训练2—3回),达到初步学会的标准(正确反应次数达80%,即35次以上)后,即进行海拔4,000米的比较实验。结果表明,11名受试者在海拔2,640米的平均成绩是,正

确35.5次, 错误 5 次, 脱漏 3 次; 在海拔4, 000米是, 正确34.9次, 错误 5 次, 脱漏 5 次。无显著差别(正确反应次数经统计处理, $t=0.91$, $P>0.05$)。

(3) 驾驶追踪动作实验: 实验系采用特制的模拟汽车 驾驶 操作的 动作追踪仪进行。实验时要求受试者操纵仪器上的驾驶盘, 以调节一个目标物, 使它追随一条连续移动的弯曲轨道。如目标物脱离轨道则自动记录其脱离的时间及次数。实验时间为 2 分钟, 根据目标物脱离轨道的总时间及总次数评定驾驶动作的准确性。实验结果见表 7, 由表可见, 同一海拔高度劳动前后的结果差别不明显($P>0.05$), 但不同海拔高度对追踪动作准确性有影响(经统计处理, $P<0.01$)。

表 7 不同海拔高度追踪动作实验结果

海拔高度	2,640米				4,000米			
	劳动前		劳动后		劳动前		劳动后	
实验结果	脱轨时间(秒)	脱轨次数	脱轨时间(秒)	脱轨次数	脱轨时间(秒)	脱轨次数	脱轨时间(秒)	脱轨次数
平均值	22.55	56.7	23.54	53.4	33.31	67.0	32.67	67.9
标准差	7.76	15.6	10.36	18.8	10.54	11.6	11.90	22.6
相同海拔高度劳动前后差异性比较	$t=0.270$, $P>0.05$ (不显著)				$t=0.176$, $P>0.05$ (不显著)			
不同海拔高度劳动前差异性比较	$t=3.408$, $P<0.01$ (显著)							
不同海拔高度劳动后差异性比较	$t=3.681$, $P<0.01$ (显著)							

(4) 汽车穿桩实验: 这是一项野外进行的实验。穿桩标准是参照北京市公共汽车管理局司机考试用穿桩项目。在司机驾驶汽车时测定司机的穿桩成绩作为操纵能力的指标。受试者 9 人, 从所得结果(表 8)看, 两种海拔高度上完成穿桩程序所需的时间无明显差别(分别平均为 2 分和 1 分 54 秒)。但在准确性方面有显著差别(穿桩成绩分别为 99.4 分和 78.3 分)。

表 8 不同海拔高度汽车穿桩实验结果

海拔高度	2,640米		4,000米	
	分数	时间(秒)	分数	时间(秒)
平均值	99.4	114.22	78.3	120.11
标准差	1.5	15.11	9.0	24.55
差异性比较	分数 $t=6.596$ $P<0.01$ (显著) 时间 $t=1.006$ $P>0.05$ (不显著)			

讨 论

从平原上升到海拔2, 000米以上的高原后, 人体即开始感到氧不足, 并出现不同程度的高山反应^(9,10)。但是, 通过高原适应, 人体耐受低氧的能力会大大提高⁽⁹⁾。文献中低氧生理实验报道大多是在低压舱内进行的。本工作以高原现场为实验基地, 受试者在高原

进行了一段时间的适应,这个实验结果与实际较为接近。

上述实验观察表明,在海拔4,000米左右高原上,人的视觉机能和驾驶操作活动会遭受某些影响。但是,总的说来,影响不明显,有些影响还可设法预防或补偿。经过6小时劳动后,司机的视觉机能的某些下降主要是疲劳引起的,不是海拔高度的因素。至于在较远距离(120米)条件下,受试者对颜色标志的辨别力出现的变化(蓝色误认为黑色,黄色误认为白色),这是不奇怪的。有人^[12,13]报道过,在最远的距离上,黄色和蓝色看成象白色,而蓝色和红色看成象黑色。这报道是平原的实验资料,因而上述较远距离的颜色辨认不清的实验结果不完全是低氧引起的。值得注意的是,本实验任一高度上,均未出现红色和绿色的辨认错误现象,这对现场劳动选用色光讯号是有利的。在海拔4,000米左右高原上,人的听觉机能是正常的。上述驾驶汽车6小时后听力下降现象是暂时的。我们分析,这主要是下坡车速较大,气压变化快,中耳压力来不及与大气压平衡以致鼓膜内陷,音波传导受到一定的障碍。这时,可多作吞咽和张口动作,以加速中耳压力与大气压力的平衡。此外,高原汽车还可采用音量较大的喇叭。

上述瞬时记忆广度实验等四种短时记忆指标显示,海拔4,000米左右的低氧环境对人的短时记忆没有影响;手脚协同反应实验也表明,手脚协调的灵活性及学会的动作技巧也未受这一海拔高度的低氧影响。联想测验和演算能力测验也证明,海拔4,000米左右人的思维能力亦是正常的。视觉注意稳定性的测定也表明,4,000米低氧条件并不影响人的注意力。张士楷^[5]认为“从4,000米高度起,记忆力和注意力等高级心理过程开始发生障碍,表现为逆行性健忘(近记忆力衰退)和注意力涣散,因而工作能力有一定的减低”。Michael Ward (1975)^[11]在他的《高山医学》一书中也提到有些人在2438米到3048米记忆力就明显下降,超过3658米后则记忆力减退更为迅速。但从我们的实验结果来看不能支持这些看法。有人^[6]报告海拔4,000米左右的低氧对短时记忆有影响。这报告是在低压舱内进行的急性低氧实验,与我们的结果之间存在差异是可以理解的。

一些模拟驾驶动作的实验(追踪动作和汽车穿桩)结果表明海拔高度对动作的准确性有一定的影响,但是,根据司机每天6小时在海拔3,740米至4,000米高度间现场开车劳动情况看,司机的动作操作和反应均很正常,司机的主观感觉也正常。这说明海拔高度对上述动作准确性的某些影响还未达到影响司机正常的实际驾驶操作的程度。因此,根据上述实验观察结果,可以认为,海拔4,000米左右的低氧对人的感觉机能和脑功能虽有些影响,但不明显。

本实验是结合现场开车劳动进行的,司机每日在海拔3,740米—4,000米高度劳动6小时。这一实验结果对于制定高海拔地区劳动工时有一定参考价值。当然,劳动工时的制定,首先是一个社会制度问题,而且它与劳动习惯、健康福利条件、劳动现场的其他自然环境等多方面的情况有关。

参 考 文 献

- (1) 上海生理研究所: 科学研究论文及技术总结汇编(高山生理) 1973
- (2) 何永照: 《听力学概论》,上海科学技术出版社,1964年,67—93页
- (3) 张士楷: 《高原卫生》,上海科学技术出版社,1964年,12—23页
- (4) 武德沃斯: 《实验心理学》,科学出版社,1965年,661页

- [5] Crow, T. J. and Kelman, G. R. *Brit. J. Anaesth.*, 1971, 43:548—552
- [6] Greene, R. *Brit. Med. J.*; 1957. 1. 1028
- [7] Haldane, J. S., Kellas, A. M. and Kennaway, E. L. *J. Physiol.*, (London) 1919, 53:181—206
- [8] Hock, R. J. *Scient. Amer.*, 1970, 222 (2)53—62
- [9] Lenfant, C. and Sullivan, K. N. *Engl. J. Med.*, 1971. 284:1298—1309
- [10] McFarland, R. A. *J. Comp. Psychol.*; 1937. 23. 227
- [11] Michael Ward. *Mountain Medicine*; 1975
- [12] Комаринский Б. Н. Тр. Гос. ин-та по Изучению мозга им. Бехтерева, Т. XIII. Л., 1940
- [13] Зотов, А. И. Тр. Гос. ин-та по Изучению Мозга им. Бехтерева, Т. XIII. Л., 1940

EFFECTS OF HYPOXIA ON BRAIN FUNCTIONS AND MENTAL PERFORMANCES IN HIGH MOUNTAINS

Lin Zhong-xian, Ma Mou-chao, Hong Sheng-qin, Wang Shu-mao

(Institute of Psychology, Academia Sinica)

Xu Bing-heng Lu Jin-gen

(Shanghai Institute of Physiology, Academia Sinica)

Psycho-physiological studies on human subjects were carried out in high mountains at an altitude of 4,000 m. above sea level. The tests employed were: (1) visual functions (color discrimination, depth perception and critical flicker frequency); (2) auditory functions (auditory threshold, auditory fatigue, intensity discrimination and sound localization); (3) attention steadiness; (4) memory and association; (5) four fundamental operations; (6) hand-foot coordination and reaction time; (7) pursuit movement and motor skill. The results show that some of these mental functions seemed somewhat changed under hypoxia. In general, there were no apparent effects of hypoxia on brain functions and mental performances in high mountains at an altitude of 4,000 m. above sea level.