加速机体热习服的有效方法

罗炳德, 邹飞, 万为人, 华旭初, 杨军, 朱受成

(第一军医大学高温医学研究室, 广东 广州 510515)

摘要 目的 对加速机体热习服锻炼方法的效果进行评价。方法 20名健康战士分为实验组(12名)和对照组(8名)。实验在热区5月中旬(气温25~32℃)进行。受试者每天下午穿军用雨衣在运动场上活动120min, 连续锻炼11天。其中第1、第6和第11天在人工热室内进行定量热负荷试验, 试验中每30min测定并记录心率、肛温和出汗量各一次。结果 (1) 受试者锻炼第6天与第1天的结果比较体温明显降低; 第11天与第1天比较, 其差别非常显著($P < 0.01$)。 (2) 实验组在锻炼的第1、第6和第11天, 心率逐渐下降, 分别与第1天相比, P 值均小于0.05。 (3) 锻炼至第11天, 当受热120min后, 两组的出汗总量分别为1.395和1.083kg ($P < 0.05$)。实验组第1、2小时的出汗量分别为0.882和0.513kg ($P < 0.05$); 而对照组的变化无明显差别。结论 上述方法在加速机体热习服方面效果明显。

关键词: 热环境; 热习服; 运动锻炼; 中暑; 生理反应

中图分类号: R135.3 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(1999)06-0330-03

Study on an effective method to accelerate body heat acclimatization

LUO Bing-de, ZHOU Fei, WAN Wei-ren, HUA Xu-chu, YANG Jun, ZHU Shou-cheng

(Institute of Thermal Medicine, The first Military Medical University, Guangzhou 510515, China)

Abstract: **Objective** To evaluate the effect of exercising method to accelerate body heat-acclimatization. **Method** 20 healthy male soldiers were divided into test group (12) and control group (8), experiments were done in middle May (Ta 25 ~ 32℃). The subjects of test group exercised on the playground in uniform raincoat for 120min every afternoon, lasted for 11 days; meanwhile, standard heat load test was also conducted in an artificial heated room on the first day, 6th day and 11th day of the experiment. Heart rate (HR), rectal temperature (Tr) and sweat amount were measured every 30min during the experiment. **Results** (1) the body temperature of the 6th day and the 11th day after they endured heat 120min under the same thermal environment compared with results of the 1st day's were greatly lowered especially the later ($P < 0.01$); (2) after enduring heat load 120min, the reduce of heart rate at the 1st, 6th and 11th was significant ($P < 0.05$) in test groups; (3) on the 11th day, after 120min heat load, the sweat amount were 1.395 and 1.083kg respectively ($P < 0.05$) in test and control group; the sweat amounts in the first hour and second hour were 0.882 and 0.513 kg in the test group ($P < 0.05$), but there was no marked difference in control group. **Conclusion** The method mentioned above shows obvious effect in accelerating body heat acclimatization.

Key words: Hot environment; Heat acclimatization; Exercise; Heat stroke; Physiological responses

中暑是影响部队, 特别是热区部队官兵身体健康的一个重要因素^[1~3]。战时尤为突出, 严重时会发生大批非战斗减员, 甚至会发生中暑死亡病例。为此, 我军一向重视中暑的防治措施研究。现认为, 人体在一定热强度和劳动强度的反复作用下, 可提高对热的耐受力并能延长在热环境中的停留时间、减少中暑发生。已表明, 在炎热气候下或人工热室内进行锻炼可

获得明显的热习服效果^[4~6]。然而, 在外界气温不高的情况下, 什么样的锻炼方法最简便、最有效、最易被部队接受且便于推广使用, 这正是本研究的目的。

1 对象与方法

1.1 对象

选20名健康男性战士、学员参加本试验。年龄19~21岁, 身高(172.1±4.5)cm, 体质量(64.9±5.1)kg。被随机分为试验组(12人)和对照组(8人), 前者每天下午参加体力活动2h, 连续11天; 而对照组除参加3次定量热负荷试验外, 不参加体力锻炼。

收稿日期: 1999-04-12; 修回日期: 1999-07-04

基金项目: 军队“九·五”重点课题资助项目(96L033)

作者简介: 罗炳德(1952—), 男, 河南镇平人, 研究员, 主要从

1.2 气象条件

试验在南方湿热地区进行。5月中旬当地高温天气还未到来,当时干球温度为25~32℃。

1.3 测定指标

利用心功能/血压监测仪自动记录试验前安静心率及运动后即刻心率;以电子测温仪、小天才鼓膜测温仪及口表分别测定直肠温度、鼓膜温度和口温;应用感量为10g的人体磅称获得出汗量。上述指标分别于试验前、后和试验过程每隔30min各测定记录一次。以干球、湿球温度计每隔10min记录干球和湿球温度各1次,并计算出相对湿度。

1.4 方法步骤

每天下午试验组受试者穿戴军用雨衣在运动场上打篮球、踢足球、行军、跑步,遇下雨时改在室内做踏阶运动等活动,历时120min,连续锻炼11天,运动强度逐渐增加。其中第1、第6和第11天分别在高温仓内进行定量热负荷试验。试验时让受试者穿上全套军用迷彩服,在干球温度41.0℃、湿球温度35.0℃、相对湿度60%的人工热室内安静受热120min,临近试验结束时每人进行踏阶运动(阶高40cm、步速90步/min)5min。试验前、后及试验过

程按上述分别测定记录各项气象与生理学指标。试验期间不饮水,但要随时记录并观察受试者的主观感觉症状及体征表现,并称量受试者的大、小便量。为保障受试者的安全,实验中若肛温超过40℃或心率超过180次/min,并伴有明显的头痛、头晕、恶心、呕吐等自觉症状即终止热暴露并尽快给予相应处理。

2 结果

2.1 体温的变化

2组受试者穿雨衣锻炼过程中体温变化见表1。从受试者锻炼第6天的结果与第1天比较来看,在相同热环境下受热120min时的体温绝对值即明显降低,如平均肛温、鼓膜温 and 口温分别降低0.8、0.6和0.7℃($P<0.05$);其升幅则分别减少0.5、0.4和0.6℃。锻炼第11天与第6天相比较,上述3项指标又进一步降低,除口温绝对值外,其差别亦有显著意义($P<0.05$)。第11天与第1天相比,其差别非常显著($P<0.01$)。而对照组受试者实验前、后之结果均无明显变化。从而表明,穿雨衣进行数天锻炼后,在相同热负荷条件下人体的热应激反应即已明显减小,随着锻炼天数的增加,这种变化更加明显。此即是机体热习服时体温反应的一个特征。

表1 锻炼第1、6、11天热负荷试验终止时体温值比较($\bar{x}\pm s$)

锻炼 天数	组别	肛温		鼓膜温		口温	
		绝对值	增加值	绝对值	增加值	绝对值	增加值
第1天	对照组	39.3±0.19	1.91±0.28	39.3±0.19	2.76±0.36	38.9±0.22	1.95±0.29
	试验组	39.8±0.21	2.20±0.30	39.6±0.22	3.17±0.22	39.3±0.23	2.38±0.22
第6天	对照组	39.1±0.16	1.69±0.26	39.0±0.12	2.54±0.40	38.7±0.22	1.81±0.16
	试验组	39.0±0.24*	1.73±0.37	39.0±0.23	2.79±0.32*	38.6±0.18*	1.83±0.30
第11天	对照组	39.2±0.15	1.90±0.11	39.1±0.21	2.54±0.21	38.8±0.15	2.01±0.15
	试验组	38.6±0.20*##	1.32±0.21	38.6±0.18	2.44±0.25*##	38.4±0.16##	1.57±0.23

*与第1天、第6天比较, $P<0.05$ 。##与第1天比较, $P<0.01$ 。

表2 穿雨衣锻炼过程2组受试者的心率变化值($\bar{x}\pm s$)

组别	n	锻炼 天数	锻炼过程的心率值(次/min)		
			试验前	试验结束时	增加值
试验组	12	第1天	68±8	140±16	72±17
	12	第6天	67±7	128±11*	61±14*
	11	第11天	67±6	116±10*##	49±12*##
对照组	8	第1天	73±7	142±12	69±13
	8	第6天	76±10	141±9	65±12
	8	第11天	76±9	138±16	62±15

*与第1天、第6天比较, $P<0.05$ 。

##与第1天比较, $P<0.01$ 。

2.2 心率的变化

表2结果显示,试验组受试者在锻炼的第1、第6和第11天,受热120min后踏阶运动5min的心率分别为140、128和116次/min;而对照组则分别为142、141和138次/min。心率增加值为72、61和49次/min(锻炼组);而对照组则分别为69、65和62次/min。在锻炼组,无论是心率的绝对值还是增加值,分别与第1天、第6天的结果相比, P 值均小于0.05;若第11天与第1天相比, $P<0.01$ 。而对照组差别无显著意义。心率的上述变化表明机体对热的应

激反应减小、耐热能力提高,也是机体处于热习服状态时的一种特征性表现。同时也提示了穿雨衣锻炼这种方法在提高机体耐热能力方面的有效性。

2.3 出汗量的变化

表3结果可以看出,锻炼至第11天,当受热120min后,锻炼和对照组2小时的出汗总量分别为1.395和1.083kg ($P < 0.05$);锻炼组第1和第2小时

的出汗量分别为0.882和0.513kg ($P < 0.01$);第11天时,第1小时的出汗量组间差别亦非常显著 ($P < 0.01$);而对照组第1、2小时出汗量的变化无明显意义。由此可见,战士穿雨衣进行体力活动锻炼后,其出汗量是明显增加的,而且出汗时间相应提前,如第1小时的出汗量几乎占总出汗量的2/3。出汗量的这种变化是机体达到热习服状态时的又一特征。

表3 穿雨衣锻炼过程两组受试者的出汗量变化 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	锻炼天数	出汗量 (kg)		
			第1h出汗量	第2h出汗量	2h出汗总量
锻炼组	12	第1天	0.666±0.004	0.648±0.044	1.314±0.428
	12	第6天	0.688±0.019	0.651±0.025	1.339±0.368
	11	第11天	0.882±0.046 [#]	0.513±0.004	1.395±0.248 [*]
对照组	8	第1天	0.683±0.004	0.668±0.028	1.351±0.326
	8	第6天	0.532±0.051	0.614±0.024	1.146±0.222
	8	第11天	0.528±0.034	0.555±0.014	1.083±0.309

*2h出汗总量组间比较, $P < 0.05$; 第1、2小时出汗量比较, $P < 0.01$; #第1小时出汗量组间比较, $P < 0.01$ 。

3 讨论

心率、肛温、出汗量是评价机体热习服及其习服程度的重要生理学指标。本文结果显示,锻炼组在经过11天的连续锻炼后热负荷试验时,其生理参数与锻炼前相比,均发生了有意义的变化,如肛温明显降低、心跳次数减少、出汗量增加且出汗时间相应提前等。这些变化正是机体达到热习服或热适应时的特征性表现。正因为受试者热应激反应明显减小,劳动能力明显增强,从而表明在中等强度下锻炼可提高人体耐热能力。同时也表明穿雨衣进行体力活动的这种锻炼方法在加速机体热习服方面,其效果是明显的。那么,在环境气温不高的情况下,为什么会收到这样好的效果呢?究其原因,可能与雨衣具有不透水、难透气的性能有关。穿雨衣后,人体被包裹在一个难以透气散热的小环境中,人体活动时所产生的大量热量和水汽大部分被留在这个小环境中,使其构成高温高湿的微小气候环境。因此,尽管外界气温不是太高,但穿上雨衣每次进行体力活动时均可使受试者的体温明显升高,致使锻炼期间的有效积温指数逐渐增大,从而人体的耐热能力也就逐渐增强。应用此种方法不仅可以达到与较热环境下进行耐热锻炼获得热习服的同样效果,而且还可缩短其锻炼天数。如锻炼组至第6天时,受试者的生理反应结果与第1天相比,差别显著 ($P < 0.05$),继续锻炼至第11天,其变化更为明

显。而既往所采用的耐热锻炼方法,一般需要在锻炼14天左右才能达到上述效果,而且还需要较高的热强度^[7]。

由于雨衣价格低廉,取材容易,使用方便,故使得此种方法更具实用价值且便于推广。当北兵南调或生活在常温地区的人们(如施工人员、运动员等)需要快速进入高温地区或场所工作或训练之前即可采用此种方法。为此,建议部队及地方有关单位加以运用,以期在预防中暑、防止热损伤方面收到效益。

参考文献:

- [1] Jamulowica MR. Exertional hyperpyrexia: case report and review of pathophysiological mechanisms [J]. J R N Med Serv, 1988; 74 (1): 33.
- [2] 陈忠, 朱剑琴. 高温中暑的病理生理学研究进展[J]. 国外医学(生理·病理科学与临床分册), 1997; 17 (4): 373.
- [3] 朱受成, 郭进强, 谭森, 等. 炎热环境对人体作业能力的影响[J]. 中国应用生理学杂志, 1997; 13 (3): 34.
- [4] Pandolf KB. Thermoregulatory responses of middle aged and young men during dryheat acclimatization[J]. J Appl Physiol, 1988; 65 (1): 65.
- [5] 邱仞之, 万为人. 热环境下越野锻炼增强抗疲劳能力的研究[J]. 中国运动医学杂志, 1993; 12 (3): 142.
- [6] 葛伟文, 王之贤. 温度适应的分子生物学机制[J]. 生理科学进展, 1997; 28 (3): 268.
- [7] 邱仞之, 万为人. 耐热锻炼对 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 代谢的影响[J]. 中国应用生理学杂志, 1997; 13 (3): 32.