

饮用富氢水对特勤疗养官兵运动耐力和机体氧化应激的影响研究

江东, 刘传芳, 马丽, 徐红艳, 任倩倩
海军特勤疗养中心疗养科, 山东 青岛 266071

摘要:目的 探讨饮用富氢水对特勤疗养官兵运动耐力和机体氧化应激的影响。方法 选取2019年1月—2020年1月海军特勤疗养中心110例特勤官兵进行前瞻性研究,随机数字表法分为2组,每组55例。对照组每日正常饮用矿物质水,在此基础上干预组每日上午和下午训练前后补充富氢水各2杯(300 mL/杯),共干预3个月。比较2组干预前后运动耐力和机体氧化应激等指标并对数据进行分析。结果 干预组干预后主观体力感觉评分为 12.68 ± 2.15 ,低于对照组的 15.19 ± 2.22 ($t=6.023, P<0.01$),体力劳动能力为 $1\ 305.62 \pm 202.76$,高于对照组($1\ 194.18 \pm 200.34$),差异有统计学意义($t=2.899, P<0.01$);干预后干预组血尿素氮为 5.11 ± 0.57 nmol/L、血清肌酸激酶(40.98 ± 6.17) U/L 低于对照组[(5.46 ± 0.52) nmol/L、(46.87 ± 6.59) U/L],差异均有统计学意义($t=3.364, 4.839$, 均 $P<0.01$)。结论 饮用富氢水能改善特勤疗养官兵主观体力感觉和体力劳动能力,抑制氧化应激反应,增强肌肉氧利用能力,提高运动耐力和运动机能,改善机体炎症反应。

关键词: 饮用富氢水;特勤疗养官兵;运动耐力;心肺功能;氧化应激;炎症反应

中国图书资料分类号:R181.3+1

文献标识码:A

文章编号:1004-1257(2021)09-1228-05

DOI:10.13329/j.cnki.zyyjk.2021.0310

Study on effect of drinking hydrogen-rich water on exercise endurance and body oxidative stress of special service recuperation officers and soldiers

JIANG Dong, LIU Chuan-fang, MA Li, XU Hong-yan, REN Qian-qian

Department of Convalescence, Navy Special Service Convalescent Center, Qingdao Shandong, 266071, China

Abstract: **Objective** To explore the effect of drinking hydrogen-rich water on exercise endurance and body oxidative stress of special service recuperation officers and soldiers. **Methods** A prospective study was conducted on 110 special service officers and soldiers in the Naval Special Service Convalescent Center from January 2019 to January 2020, and the respondents were divided into two groups according to the random number table method, 55 cases in each group. The control group drank mineral water normally every day. On this basis, the observation group was supplemented with 2 cups (300 mL/cup) of hydrogen-rich water before and after training every morning and afternoon for a total of 3 months of intervention. The indexes of exercise endurance and body oxidative stress before and after intervention were compared between the two groups, and the data were analyzed. **Results** The ratings of perceived exertion (RPE) score of the observation group after intervention was 12.68 ± 2.15 , which was lower than that of the control group (15.19 ± 2.22) ($t=6.023, P<0.01$), the physical labor capacity (PWC170) was $1\ 305.62 \pm 202.76$, which was higher than that of the control group ($1\ 194.18 \pm 200.34$), and the difference was statistically significant ($t=2.899, P<0.01$). After the intervention, blood urea nitrogen (BUN) [(5.11 ± 0.57) nmol/L] and serum creatine kinase (CK) [(40.98 ± 6.17) U/L] of the observation group were lower than those of the control group [(5.46 ± 0.52) nmol/L, (46.87 ± 6.59) U/L, $t=3.364, 4.839$, both $P<0.01$]. **Conclusion** Drinking hydrogen-rich water can improve the subjective physical perception and physical work ability of special service recuperation officers and soldiers, inhibit oxidative stress, and enhance muscle oxygen utilization capacity, improve exercise endurance and exercise function, and improve the body's inflammatory response.

Keywords: Drinking hydrogen-rich water; Special service recuperation officers and soldiers; Exercise endurance; Cardiopulmonary function; Oxidative stress; Inflammatory response

特勤官兵从事着特殊且重要的任务,工作环境艰苦,常需接受高强度、长期、封闭性训练。研究表明,高强度训练可消耗体能,引发机体氧化应激反应,导致疲

作者简介: 江东,男,副主任医师,主要从事特勤疗养官兵与高山海岛疗养官兵健康促进及管理工作。

劳的产生,疲劳累积若不能解决会导致慢性疲劳综合症、过度训练综合症、内分泌功能改变甚至对健康构成威胁的器质性疾病。因此采取一定措施,调整机体的生理机能,缓解或消除有毒有害物质对机体的损害,改善运动耐力,促进身心健康,对提高或保持部队战斗力十

分重要^[1-2]。目前促进机体疲劳消失、提高运动能力的策略较多,如使用抗氧化剂或补充能量物质等,但这些物质存在自氧化与长期使用导致过量等不足或因制备困难、价格昂贵,导致实际应用受限,故研究新型方法意义重大。富氢水是将氢气溶于高纯度水后制备的具有制备容易、无毒、无残留、经济性高且安全方便等优点,实用性和普及性较强,在耐力训练动物模型中被证实能显著降低运动性氧化应激引起的脂质过氧化损伤,并显著提高大鼠的抗氧化能力,但在特勤官兵领域的报道鲜见^[3-4]。鉴于此,我们选取海军特勤疗养中心 110 例特勤疗养官兵进行前瞻性研究,探讨饮用富氢水对特勤官兵运动耐力和机体氧化应激的影响,为抑制运动造成的氧化应激损伤,保持或提高部队战斗力提供参考。

1 对象与方法

1.1 对象 选取 2019 年 1 月—2020 年 1 月海军特勤疗养中心 110 名特勤疗养官兵进行前瞻性研究,采用随机数字表法分为 2 组,每组 55 例。纳入标准:特勤疗养官兵;无训练伤等,每日可接受正常训练。排除标准:骨折者;伴有内分泌疾病者;患有急性感染类疾病者或有精神病史者。本研究经海军特勤疗养中心医学伦理委员会审核批准,研究对象均知情同意。

1.2 方法

1.2.1 干预方法 对照组每日按需正常饮用矿物质水。干预组在对照组基础上每日上午和下午训练前后补充富氢水各 2 杯(300 mL/杯),富氢水由特勤疗养中心自己生产,其氢元素的溶存率浓度为 2.0 mg/L,共干预 3 个月。干预期间 2 组接受相同的训练项目和训练时间,并限制葡萄糖或咖啡等摄入。

1.2.2 各指标检测 干预前后分别在清晨采集空腹肘部静脉血 5 mL,采用全自动生化分析仪(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司,BS-480 型)检测红细胞计数(RBC)、红细胞比容(HCT)、血红蛋白(HGB)、血尿素氮(BUN)及血清肌酸激酶(CK)。在干预前后高强度训练后即刻采集肘部静脉血 5 mL,3 000 r/min,离心半径为 15 cm,离心 10 min,分离血清,采用磺胺比色法检测脂质过氧化物(LPO)和羟基自由基(OH),采用 TBA 微板法检测丙二醛(MDA),超氧化物歧化酶(SOD)、总抗氧化能力(T-AOC)、过氧化氢酶(CAT)及谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px),试剂盒均购于苏州泽科生物公司,采用酶联免疫吸附法检测血清白细胞介素 1(IL-1)、白细胞介素 6(IL-6)及肿瘤坏死因子 α (TNF- α),试剂盒购于瑞士罗氏公司。采用主观体力感觉评分表(RPE)^[5]、体力劳动能力(PWC170)^[6]评估运动耐力变化。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 22.0 统计软件处理数据,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,均数的比较采用 t 检验,计数资料用例数和百分率(%)表示,率的比较采用 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本情况 2 组年龄 18~28 岁,干预组男 45 人,女 10 人,对照组男 48 人,女 7 人。组间年龄、性别、体质指数、训练年限、民族、婚姻状况和教育层次等资料差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表 1。

表 1 2019 年 1 月—2020 年 1 月海军特勤疗养中心 110 名特勤官兵基本情况

资料	干预组($n=55$)	对照组($n=55$)	t/χ^2 值	P
年龄[($\bar{x} \pm s$) 岁]	23.16 $\pm$ 2.31	22.87 $\pm$ 2.40	0.646	>0.05
性别[人(%)]				
男	45(81.82)	48(87.27)	0.626	>0.05
女	10(18.18)	7(12.73)		
体质指数[($\bar{x} \pm s$) kg/m ²]	22.45 $\pm$ 2.13	22.40 $\pm$ 2.05	0.125	>0.05
训练年限[($\bar{x} \pm s$) a]	3.64 $\pm$ 1.15	3.59 $\pm$ 1.07	0.094	>0.05
民族[人(%)]				
汉族	39(70.91)	36(65.45)	0.377	>0.05
少数民族	16(29.09)	19(34.55)		
婚姻状况[人(%)]				
已婚	11(20.00)	13(23.64)	0.213	>0.05
未婚	44(80.00)	42(76.36)		
教育层次[例(%)]				
小学	6(10.91)	4(7.27)	0.440	>0.05
初中	8(14.55)	9(16.36)	0.070	>0.05
高中	29(52.73)	32(58.18)	0.331	>0.05
大专及以上	12(21.82)	10(18.18)	0.227	>0.05

2.2 RPE 评分与 PWC170 评估结果 干预前组间 RPE、PWC170 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);与干预前相比,干预组干预后 RPE 降低,PWC170 升高($P < 0.05$);对照组干预前后 RPE 和 PWC170 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);干预组干预后 RPE 低于对照组,PWC170 高于对照组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表 2。

2.3 运动机能指标检测结果 干预前组间 RBC、HCT、HGB、BUN 和 CK 比较,差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$);干预组干预后 BUN 和 CK 低于干预前,对照组干预后 BUN 和 CK 高于干预前(均 $P < 0.05$);干预后组间 RBC、HCT 和 HGB 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);干预后干预组 BUN[(5.11 $\pm$ 0.57) nmol/L]、CK[(40.98 $\pm$ 6.17) U/L] 低于对照组[(5.46 $\pm$ 0.52) nmol/L、(46.87 $\pm$ 6.59) U/L],差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表 3。

2.4 心肺功能检测结果 干预前组间 VO_{2max} 、VT- VCO_2 、VT- VO_2 和 VT-HR 差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$);

干预组干预后 VO_{2max} 、VT- VCO_2 和 VT- VO_2 高于干预前, VT-HR 低于干预前, 差异均有统计学意义(均 $P<0.05$); 对照组干预前后 VO_{2max} 、VT- VCO_2 、VT- VO_2 和 VT-HR 差异均无统计学意义(均 $P>0.05$); 干预后干预组 VO_{2max} 、VT- VCO_2 和 VT- VO_2 高于对照组, VT-HR 低于对照组, 差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。见表 4。

2.5 氧化应激指标监测结果 干预前组间 MDA、LPO 和 OH 比较, 差异均无统计学意义(均 $P>0.05$); 干预组干预后 MDA、LPO 和 OH 低于干预前, 差异均有统计学意义(均 $P<0.01$), 对照组干预前后 MDA 和 OH 比较, 差异无统计学意义(均 $P>0.05$); 对照组干预后 LPO 低于干预前, 差异有统计学意义($P<0.01$), 干预后干预组 MDA、LPO 和 OH 低于对照组, 差异均有统计学意义(均 $P<0.01$)。见表 5。

2.6 血清抗氧化应激指标监测结果 干预前组间 SOD、T-AOC、CAT 和 GSH-Px 比较, 差异均无统计学意义(均 $P>0.05$); 干预组干预后 SOD、T-AOC、CAT 和 GSH-Px 高于干预前, 差异均有统计学意义(均 $P<0.01$); 对照组干预后 SOD 低于干预前, 差异有统计学意义

($P<0.01$); 对照组干预前后 T-AOC、CAT 和 GSH-Px 比较, 差异均无统计学意义(均 $P>0.05$); 干预后干预组 SOD、T-AOC、CAT 和 GSH-Px 高于对照组, 差异均有统计学意义(均 $P<0.01$)。见表 6。

2.7 炎症因子监测结果 干预前组间 IL-1、IL-6 和 TNF- α 比较, 差异均无统计学意义(均 $P>0.05$); 干预组干预后 IL-1、IL-6 和 TNF- α 低于干预前, 差异均有统计学意义(均 $P<0.01$); 对照组干预前后 IL-1、IL-6 和 TNF- α 比较, 差异均无统计学意义(均 $P>0.05$); 干预组干预后 IL-1、IL-6 和 TNF- α 低于对照组, 差异均有统计学意义(均 $P<0.01$)。见表 7。

3 讨论

3.1 运动活动引起运动耐力降低的机制 特勤疗养官兵在训练过程中会消耗大量体能, 导致疲劳。在对疲劳的长期研究中人们发现运动性疲劳与损伤的各种机制可能与自由基损伤有关。剧烈运动时由于体内耗氧量增加, 胞浆钙离子升高、各组织器官脂质过氧化反应加强、血红蛋白自主氧化速度增加等, 均能造成体内氧自

表 2 2019 年 1 月—2020 年 1 月海军特勤疗养中心 110 例特勤官兵 RPE 评分与 PWC170 评估结果($\bar{x}\pm s$)

组别	人数	RPE 评分				PWC170[(kg·m)/min]			
		干预前	干预后	t 值	P	干预前	干预后	t 值	P
观察组	55	15.34±2.07	12.68±2.15	6.610	<0.01	1 189.78±204.69	1 305.62±202.76	2.982	<0.01
对照组	55	15.26±2.14	15.19±2.22	0.168	>0.05	1 192.35±197.58	1 194.18±200.34	0.480	>0.05
t 值		0.199	6.023			0.067	2.899		
P		>0.05	<0.01			>0.05	<0.05		

注: RPE—主观体力感觉评分表; PWC170—体力劳动能力二级台阶运动负荷试验法。

表 3 2019 年 1 月—2020 年 1 月海军特勤疗养中心 110 例特勤官兵运动机能指标检测结果($\bar{x}\pm s$)

组别	人数	RBC($\times 10^{12}/L$)				HCT(%)				HGB(g/L)				BUN(nmol/L)				CK(U/L)			
		干预前	干预后	t 值	P	干预前	干预后	t 值	P	干预前	干预后	t 值	P	干预前	干预后	t 值	P	干预前	干预后	t 值	P
干预组	55	4.65±0.33	4.70±0.36	0.759	>0.05	39.65±3.51	38.65±3.32	1.535	>0.05	135.48±7.12	136.18±7.04	0.519	>0.05	5.25±0.72	5.11±0.57	1.130	>0.05	44.61±5.75	40.98±6.17	3.192	<0.01
对照组	55	4.60±0.29	4.65±0.41	0.738	>0.05	40.27±3.39	39.77±3.25	0.790	>0.05	136.15±7.28	136.05±7.18	0.073	>0.05	5.20±0.68	5.46±0.52	2.253	<0.05	43.80±5.62	46.87±6.59	2.629	<0.05
t 值		0.844	0.680			0.942	1.788			0.488	0.096			0.374	3.364			0.747	4.839		
P		>0.05	>0.05			>0.05	>0.05			>0.05	>0.05			>0.05	<0.01			>0.05	<0.01		

注: RBC—红细胞计数; HCT—红细胞比容; HGB—血红蛋白; BUN—血尿素氮; CK—肌酸激酶。

表 4 2019 年 1 月—2020 年 1 月海军特勤疗养中心 110 例特勤官兵 2 组心肺功能检测结果($\bar{x}\pm s$)

组别	人数	VO_{2max} (mL/min)				VT- VCO_2 (mL/min)			
		干预前	干预后	t 值	P	干预前	干预后	t 值	P
干预组	55	2 279.56±400.53	2 495.03±386.25	2.872	<0.01	1 919.52±333.67	2 205.68±321.75	4.578	<0.01
对照组	55	2 286.70±394.18	2 291.16±390.07	0.060	>0.05	1 911.27±330.83	1 914.87±323.64	0.058	>0.05
t 值		0.094	2.754			0.130	4.726		
P		>0.05	<0.01			>0.05	<0.01		

组别	人数	VT- VO_2 (mL/min)				VT-HR(b/min)			
		干预前	干预后	t 值	P	干预前	干预后	t 值	P
干预组	55	1 925.18±317.07	2 213.74±315.84	47.782	<0.01	145.85±8.32	140.04±7.65	3.812	<0.01
对照组	55	1 920.99±324.38	1 917.65±320.26	0.054	>0.05	144.40±7.18	146.28±7.03	1.388	>0.05
t 值		0.069	4.882			0.979	4.454		
P		>0.05	<0.01			>0.05	<0.01		

注: VO_{2max} —最大摄氧量; VT- VCO_2 —通气无氧阈时二氧化碳排出量; VT- VO_2 —通气无氧阈时摄氧量; VT-HR—通气无氧阈时心率。

表 5 2019 年 1 月—2020 年 1 月海军特勤疗养中心 110 例特勤官兵氧化应激指标检测结果($\bar{x} \pm s$)

组别	人数	MDA($\mu\text{mol/L}$)				LPO(nmol/ml)				OH(nmol/ml)			
		干预前	干预后	t 值	P	干预前	干预后	t 值	P	干预前	干预后	t 值	P
干预组	55	8.76 $\pm$ 1.54	6.07 $\pm$ 1.15	10.380	<0.01	56.87 $\pm$ 10.14	21.32 $\pm$ 8.16	20.256	<0.01	84.56 $\pm$ 18.83	60.32 $\pm$ 15.08	7.452	<0.01
对照组	55	8.89 $\pm$ 1.37	8.92 $\pm$ 1.28	0.119	>0.05	57.13 $\pm$ 9.35	27.89 $\pm$ 9.05	16.665	<0.01	85.17 $\pm$ 16.39	83.67 $\pm$ 17.19	0.468	>0.05
t 值		0.468	12.283			0.140	3.999			0.181	8.546		
P		>0.05	<0.01			>0.05	<0.01			>0.05	<0.01		

注:MDA—丙二醛;LPO—脂质过氧化物;OH—羟基自由基。

表 6 2019 年 1 月—2020 年 1 月海军特勤疗养中心 110 例特勤官兵血清抗氧化应激指标检测结果($\bar{x} \pm s$) U/mL

组别	人数	SOD				T-AOC				CAT				GSH-Px			
		干预前	干预后	t 值	P	干预前	干预后	t 值	P	干预前	干预后	t 值	P	干预前	干预后	t 值	P
干预组	55	8.74 $\pm$ 2.25	10.74 $\pm$ 2.12	4.798	<0.01	0.56 $\pm$ 0.12	1.07 $\pm$ 0.14	20.512	<0.01	1.72 $\pm$ 0.59	1.94 $\pm$ 0.42	2.253	<0.05	165.97 $\pm$ 20.23	182.46 $\pm$ 16.33	4.704	<0.01
对照组	55	8.68 $\pm$ 2.19	5.44 $\pm$ 1.06	9.876	<0.01	0.58 $\pm$ 0.10	0.56 $\pm$ 0.11	0.998	>0.05	1.69 $\pm$ 0.61	1.62 $\pm$ 0.37	0.728	>0.05	167.03 $\pm$ 18.72	169.26 $\pm$ 15.42	0.682	>0.05
t 值		0.142	16.583			0.950	21.243			0.262	4.240			0.285	4.359		
P		>0.05	<0.01			>0.05	<0.01			>0.05	<0.01			>0.05	<0.01		

注:SOD—超氧化物歧化酶;T-AOC—总抗氧化能力;CAT—过氧化氢酶;GSH-Px—谷胱甘肽过氧化物酶。

表 7 2019 年 1 月—2020 年 1 月海军特勤疗养中心 110 例特勤官兵炎症因子指标检测结果($\bar{x} \pm s$) pg/mL

组别	人数	IL-1				IL-6				TNF- α			
		干预前	干预后	t 值	P	干预前	干预后	t 值	P	干预前	干预后	t 值	P
干预组	55	8.34 $\pm$ 2.15	6.14 $\pm$ 2.03	5.518	<0.01	10.31 $\pm$ 2.34	6.85 $\pm$ 1.94	8.442	<0.01	5.44 $\pm$ 1.25	3.80 $\pm$ 1.03	7.509	<0.01
对照组	55	8.42 $\pm$ 2.07	8.39 $\pm$ 2.11	0.075	>0.05	10.27 $\pm$ 2.19	10.16 $\pm$ 2.08	0.270	>0.05	5.51 $\pm$ 1.17	5.62 $\pm$ 1.24	0.479	>0.05
t 值		0.199	5.699			0.093	8.631			0.303	8.373		
P		>0.05	<0.01			>0.05	<0.01			>0.05	<0.01		

注:IL-1—白细胞介素 1;IL-6—白细胞介素 6;TNF- α —肿瘤坏死因子 α 。

由基增加,过度消耗抗氧化酶导致抗氧化酶活性降低,不能及时清除过氧化物和氧自由基引起过氧化物蓄积,从而造成能量代谢紊乱、蛋白质损伤与 DNA 损伤、肌肉疲劳、肌肉损伤及运动耐力降低等^[7-8]。

3.2 饮用富氢水对特勤官兵运动耐力的影响 RPE 评分能反映受试者所承受的运动强度,与心功能、工作负荷、耗氧量和代谢产物堆积等多种因素密切相关,可作为判断运动性疲劳程度的判断指标。PWC170 系机体在定量负荷运动中心率 170 次/min 稳定状态下单位时间所做功率,可评价心功能与体能^[9]。本研究显示,干预组干预后 RPE 低于对照组,PWC170 高于对照组,提示饮用富氢水能改善特勤官兵主观体力感觉和体力劳动能力。RBC 是机体通过血液运送氧气的最主要媒介,其 90% 由 HGB 组成,HGB 负责运载氧,RBC 和 HGB 含量决定了血液的运氧能力,可反映机体耐力运动水平。HCT 可反映 RBC 数量多少和体积大小。本研究显示,干预后组间 RBC、HCT 和 HGB 相似,提示饮用富氢水不影响 RBC、HCT 和 HGB。张明月^[10]研究发现,少年女子足球运动员长期饮用富氢水对 RBC、HCT 和 HGB 无明显影响,本研究观点与之相近。BUN 是蛋白质代谢产物,长时间高强度训练时蛋白质分解代谢加强可引起 BUN 升高,且运动负荷量越大 BUN 越高。CK 参与糖酵解和肌肉收缩功能控制、线粒体呼吸等,是骨骼肌细胞能量代谢的一个关键酶,高强度肌肉负荷后肌肉

酸痛程度与血清 CK 具有显著相关性^[11]。本研究显示,饮用富氢水可降低 BUN 和 CK 水平,有助于改善机体的疲劳度。影响运动耐力的因素是多方面的,VO_{2max} 与最大心输出量等心脏中枢性因素关系密切,VT 则与运动时细胞水平氧化能力、肌肉血流分配等外周代谢因素密切相关,可反映最大有氧运动能力和人体的耐力^[12]。本研究显示,饮用富氢水可提高特勤官兵 VO_{2max}、VT-VCO₂ 和 VT-VO₂,降低 VT-HR 增强肌肉利用能力,改善心率,提高运动耐力。

3.3 饮用富氢水对特勤官兵机体氧化应激的影响 特勤官兵职业的特殊性造成其承受较大的心理压力,加之长期艰苦且高强度训练,易引起机体的氧化应激反应。李影等^[13]研究显示,过度训练可造成大鼠骨骼肌的氧化应激损伤与运动疲劳,而采用一定措施抑制氧化应激可有效改善运动疲劳现象。MDA、LPO 和 OH 是机体氧化应激产物,可反映氧化应激严重程度。SOD、T-AOC、CAT 和 GSH-Px 是机体抗氧化应激系统重要组成部分,可清除氧自由基、脂质过氧化产物^[14-15]。本研究结果显示,饮用富氢水可降低 MDA、LPO 和 OH,提高 SOD、T-AOC、CAT 和 GSH-Px,抑制氧化应激反应,这可能是饮用富氢水提高特勤官兵运动耐力的一个机制。陈欣欣等^[16]研究显示,富氢水能降低体外培养甲状腺相关眼病患者眼眶成纤维细胞 MDA 量,提高 SOD、GSH-Px 的含量,证实了富氢水的抗氧化应激作用。但

自由基具有双重作用,自由基反应是能量代谢的基础,一氧化氮等自由基还是细胞内重要的信号分子,是维持正常生命所必需的物质,故要求抗氧化作用的物质应具有一定的选择性。由于氢还原性较弱仅与亚硝酸超氧阴离子、OH等毒性大、活性强的自由基反应,发挥抗氧化应激效应不与具有重要信号作用的自由基反应,所以具有选择性抗氧化的作用,可作为特勤官兵各类氧化损伤的一种防治方法^[17-18]。

3.4 饮用富氢水对特勤官兵炎症反应的影响 高强度力竭训练可引起炎症反应造成组织器官的炎性损伤^[19]。IL-1是一种前炎性因子,可刺激IL-6和TNF- α 等炎症介质的产生^[20-21]。本研究显示,饮用富氢水可降低IL-1、IL-6、TNF- α ,减轻机体炎症反应。付江泉等^[22]报告,富氢水可降低创伤性脑损伤大鼠TNF- α 和IL-1 β ,呈现出抗炎作用,本研究观点与之相似。根据文献^[23]的报告,富氢水的抗炎作用是通过调控核因子- κ B信号通路实现的。本研究不足之处在于,为保证各特勤官兵正常的训练任务,未限制其饮用矿物质水的量,各个体均按需每日饮用矿物质水,而不同个体饮用水量是否会影响运动耐力及氧化应激仍有待后续的进一步探讨。

4 结 论

饮用富氢水能改善特勤官兵疲劳度、主观体力感觉和体力劳动能力,抑制氧化应激反应,增强肌肉氧利用能力,提高运动耐力和运动机能,改善机体炎症反应,可作为特勤官兵各类氧化损伤的一种防治方法。通过饮用富氢水能调整机体的生理机能,缓解或消除有毒有害物质对机体的损害,改善运动耐力,促进身心健康,对提高或保持部队战斗力十分重要。

作者声明 本文无实际或潜在的利益冲突

参考文献

- [1] MAGHERINI F,FIASCHI T,MARZOCCHINI R,et al.Oxidative stress in exercise training:the involvement of inflammation and peripheral signals[J].Free Radic Res,2019,53(11-12):1155-1165.
- [2] JÜRGENSON J,SERG M,KAMPUS P,et al.Oxidative stress parameters and its associations with arterial stiffness in competitive powerlifting athletes after 12-week supervised strength training[J].J Strength Cond Res,2019,33(7):1816-1822.
- [3] 张双双,张林,沙继斌,等.富氢水干预对耐力训练大鼠氧化-抗氧化能力的影响[J].中国康复医学杂志,2019,34(10):1150-1156.
- [4] SHI YZ,JIN S,QIN H,et al.Hydrogen-rich water ameliorates rat placental stress induced by water restriction[J].Med Gas Res,2018,8(3):79-84.
- [5] 胡露楠,郑芳萍,沈重庆,等.耳穴贴压疗法对运动性疲劳大学生血糖及血清睾酮的影响[J].广州中医药大学学报,2019,36(8):1194-1198.
- [6] 石春花,陈俊梅,崔艳斌,等.国产功率自行车心肺功能测评的研

究[J].生物医学工程与临床,2018,22(1):7-12.

- [7] BELLAFFIORE M,BIANCO A,BATTAGLIA G,et al.Training session intensity affects plasma redox status in amateur rhythmic gymnasts[J].J Sport Health Sci,2019,8(6):561-566.
- [8] TILLMANS F,SHARGHI R,NOY T,et al.Effect of hyperoxia on the immune status of oxygen divers and endurance athletes[J].Free Radic Res,2019,53(5):522-534.
- [9] 罗雪,陈征辉,何根林,等.热习服训练复合缺氧训练增强耐热能力的研究[J].第三军医大学学报,2019,41(17):1611-1619.
- [10] 张明月.长期饮用富氢水对少女足运动员抗氧化功能与运动机能的纵向比较研究[D].苏州:苏州大学,2018:6-17.
- [11] 王成美,曾红兵.高强度运动诱发肌肉损伤对血糖调节、肌酸激酶、IL-6、TNF- α 水平的影响[J].基因组学与应用生物学,2018,37(3):970-975.
- [12] MENZ V,MARTERER N,AMIN SB,et al.Functional Vs.Running low-volume high-intensity interval training:Effects on VO_{2max} and muscular endurance[J].J Sports Sci Med,2019,18(3):497-504.
- [13] 李影,郭标,姜黄素改善过度训练所致的骨骼肌氧化应激损伤及运动疲劳的研究[J].中国临床药理学杂志,2019,35(22):2887-2889.
- [14] SHA JB,ZHANG SS,LU YM,et al.Effects of the long-term consumption of hydrogen-rich water on the antioxidant activity and the gut flora in female juvenile soccer players from Suzhou,China[J].Med Gas Res,2019,8(4):135-143.
- [15] WEI W,LAN XB,LIU N,et al.Echinacoside alleviates hypoxic-ischemic brain injury in neonatal rat by enhancing antioxidant capacity and inhibiting apoptosis[J].Neurochem Res,2019,44(7):1582-1592.
- [16] 陈欣欣,蔡季平,程金伟,等.富氢水对体外培养甲状腺相关眼病患者眼眶成纤维细胞氧化应激的影响[J].第二军医大学学报,2018,39(5):547-551.
- [17] JACKSON K,DRESSLER N,BEN-SHUSHAN RS,et al.Effects of alkaline-electrolyzed and hydrogen-rich water, in a high-fat-diet nonalcoholic fatty liver disease mouse model [J].World J Gastroenterol,2018,24(45):5095-5108.
- [18] LI L,LIU T,LIU L,et al.Effect of hydrogen-rich water on the Nrf2/ARE signaling pathway in rats with myocardial ischemia-reperfusion injury[J].J Bioenerg Biomembr,2019,51(6):393-402.
- [19] 李方,曹建民,王传军,等.白藜芦醇通过调节SIRT1/NF- κ B通路减轻力竭训练致大鼠肾的炎症反应[J].中国生物化学与分子生物学报,2019,35(7):773-779.
- [20] SHEN YZ,PENG XH,BAI Y,et al.Clinical observation of the efficacy of endoscopic retrograde cholangiopancreatography on elder choledolithiasis and its effects on the levels of TNF- α ,IL-1, and IL-6[J].Rev Assoc Med Bras,2018,64(11):1012-1016.
- [21] GHASSIB I,CHEN Z,ZHU J,et al.Use of IL-1 β ,IL-6,TNF- α , and MMP-8 biomarkers to distinguish peri-implant diseases:A systematic review and meta-analysis[J].Clin Implant Dent Relat Res,2019,21(1):190-207.
- [22] 付江泉,兰青,王迪芬,等.富氢水对创伤性脑损伤大鼠炎性因子及线粒体损伤的影响[J].中华危重病急救医学,2018,30(4):317-321.
- [23] 李翔子,孙晓宇,王赞,等.富氢水对大鼠离体心肌缺血再灌注损伤细胞凋亡的影响[J].实用医学杂志,2018,34(20):3356-3361.

收稿日期:2020-07-06 修回日期:2021-01-04 责任编辑:张文洁