

森林趣味有氧运动康复训练对高原常见病康复效果的研究

叶 赞, 张宁平, 张 婷, 王海东, 赵 坤, 余志平*

中国人民解放军32261部队, 云南 昆明

收稿日期: 2025年12月27日; 录用日期: 2026年1月21日; 发布日期: 2026年1月29日

摘要

目的: 探讨森林趣味有氧运动训练对高原常见病康复效果的研究。方法: 将2024年8月~2025年10月来疗养, 体检发现血脂异常增高的88人, 继发性红细胞增多症的121人, 按随机数字表法分别分为对照组和观察组。对照组采取常规疗养, 观察组在常规疗养基础上进行森林趣味有氧运动训练。训练2周后, 观察两组疗养人员血常规、血脂检查指标变化。结果: 干预后, 与对照组相比较, 血脂异常增高, 治愈率(34.09%)明显增高, 胆固醇明显降低, 差异有统计学意义($P < 0.05$); 继发性红细胞增多症治愈率(54.24%)及总效率(91.53%)明显高于对照组, 差异具有统计学意义。结论: 森林趣味有氧运动训练方案对高原血脂异常、继发性红细胞增多症等常见病康复有一定效果。

关键词

高原, 森林疗养因子, 有氧运动, 血脂异常增高, 红细胞增多症

Research on the Rehabilitation Effects of Forest-Based Fun Aerobic Exercise Training on Common High-Altitude Illnesses

Yun Ye, Ningping Zhang, Ting Zhang, Haidong Wang, Kun Zhao, Zhiping Yu*

The 32261 Unit of the People's Liberation Army of China, Kunming Yunnan

Received: December 27, 2025; accepted: January 21, 2026; published: January 29, 2026

Abstract

Objective: To investigate the effect of forest-based fun aerobic exercise training on the rehabilitation

*通讯作者。

of common plateau diseases. Methods: A total of 88 individuals with dyslipidemia and 121 individuals with secondary polycythemia, identified during physical examinations upon their arrival for recuperation between August 2024 and October 2025, were enrolled. Participants were randomly assigned to a control group or an observation group using a random number table. The control group received conventional recuperation care, while the observation group underwent forest-based fun aerobic exercise training in addition to the conventional regimen. After two weeks of training, changes in blood routine and blood lipid parameters were observed and compared between the two groups. **Results:** Following the intervention, compared with the control group, the observation group with dyslipidemia showed a significantly higher cure rate (34.09%), a notable reduction in cholesterol levels, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). For secondary polycythemia, the observation group demonstrated significantly higher cure (54.24%) and total effective rates (91.53%) than the control group, with statistically significant differences. **Conclusion:** The forest-based fun aerobic exercise training program exhibits certain rehabilitative effects on common plateau conditions, such as dyslipidemia and secondary polycythemia.

Keywords

Plateau, Forest Therapy Factor, Aerobic Exercise, Elevated Lipid Disorders, Polycythemia

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

高原低压、低氧及寒冷、干燥、强辐射等恶劣环境，对长期居住者身心健康产生严重威胁[1]。空气中的含氧量随海拔增高下降，海拔 3000~4500 m，肺泡气氧分压只有平原的一半(50 mmHg)，血氧饱和度 80%~90%，长期慢性缺氧，机体红细胞代偿性增加。另外，高原地区高热量、高脂肪和高碳水等饮食特点，容易导致血脂代谢紊乱。调查发现，高原继发性红细胞增多及血脂代谢紊乱发生率高，目前针对治疗方法包括药物及非药物治疗[2][3]。而有氧运动作为非药物治疗手段之一，已经越来越多地被关注，与药物治疗相比，副作用较小，并且对身体健康非常有益[4]。本研究重点探讨森林疗养因子结合有氧运动康复训练对高原继发性红细胞增多及血脂代谢紊乱的康复效果，丰富和拓展高原常见病康复治疗方法。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

纳入 2024 年 8 月~2025 年 10 月来疗养的高原人员 209 人，其中血脂异常增高 88 人、继发性红细胞增多 121 人，经整体健康状况评估和运动风险筛查后，利用随机数表法将研究对象分别分为对照组和观察组，研究已通过伦理委员会审查(伦理批号 KLEC-2024-01)。

2.2. 纳排标准

2.2.1. 高原继发性红细胞增多症

纳入标准：在海拔 2500 米以上高原环境中生活居住 1 年以上，年龄在 18~45 岁之间。符合继发性红细胞增多症(参照《临床血液学》2001.07)诊断标准，即血细胞比容 $> 55\%$ 或血红蛋白 $> 180 \text{ g/L}$ 或红细胞 $> 6.0 \times 10^{12}/\text{L}$ 。

2.2.2. 高原血脂异常

纳入标准：在海拔 2500 米以上高原环境中生活居住 1 年以上，年龄在 18~45 岁之间。符合《中国成人血脂异常防治指南(2016 年修订版)》中血脂异常(增高)的诊断标准：总胆固醇 $\geq 5.18 \text{ mmol/L}$ 或甘油三酯 $\geq 1.7 \text{ mmol/L}$ 或低密度脂蛋白 $\geq 3.37 \text{ mmol/L}$ 。

2.2.3. 排除标准

$\text{Hb} > 220 \text{ g/L}$ 合并心肺疾病；高脂血症合并严重心脑血管狭窄或闭塞、合并心肺疾病；未控制的高血压、近期血栓事件、静息 $\text{SpO}_2 < 85\%$ 、合并肺动脉高压($\text{mPAP} \geq 35 \text{ mmHg}$)、严重心脑血管狭窄或闭塞。

2.3. 干预方法

- (1) 对照组给予常规疗养，包括健康教育、心理团辅、水疗体疗及景观疗养。
- (2) 观察组在同对照组常规疗养基础上按构建方案进行森林趣味有氧运动训练，每周进行 3 次有氧运动训练，2 周为一个疗程。对血脂异常者采用中等强度，开始每次运动 15~20 分钟，渐进增加至 30~60 min(可分两次或多次进行)；对继发性红细胞增多症者，采用低强度，每次运动 15~30 分钟，循序渐进增加时长(每次增加不超过 5 min)。训练过程佩戴心率带或运动手环、便携式血氧仪动态监测心率。

2.4. 统计学方法

由 2 名研究人员对数据进行核对，使用 SPSS26.0 进行数据分析。分析各指标的变化用相对变化量表示，即疗养前疗养后的比较。各项数据以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)描述，同时对样本进行卡方(χ^2)检验。组间比较使用参数检验，以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 高原常见疾病情况调查

回顾 2020~2024 年 767 名高原人员体检结果调查疾病谱，对发病率从高到低的前 20 个疾病进行排序，发现与高原低氧环境相关的窦性心动过缓、血脂异常及继发性红细胞增多症发病率较高，符合相关文献报道，见表 1。

Table 1. Common disease spectrum of officers and soldiers undergoing specialized convalescence on the plateau from 2020 to 2024 (n %)

表 1. 2020~2024 高原特勤疗养官兵常见病疾病谱(n %)

顺位	疾病	例次 n (%)	顺位	疾病	例次 n (%)
1	窦性心动过缓	427 (55.67%)	11	血浆蛋白的其他异常	233 (30.38%)
2	脂蛋白代谢紊乱和其他脂血症	390 (50.85%)	12	嘌呤和嘧啶代谢紊乱	206 (26.86%)
3	红细胞增多症	380 (49.54%)	13	肺诊断性影像检查的异常所见	200 (26.08%)
4	血浆粘(滞)度异常	362 (47.20%)	14	心脏诊断性影像检查的异常所见	148 (19.30%)
5	屈光和调节疾患	293 (38.20%)	15	骨密度和结果的其他疾患	136 (17.73%)
6	肥胖症	291 (37.94%)	16	低血压	122 (15.91%)
7	血清酶水平异常	291 (37.94%)	17	泌尿系诊断性影像检查的异常所见	121 (15.78%)
8	液体 - 电解质及酸碱平衡的其他紊乱	259 (33.77%)	18	抗体缺陷为主的免疫缺陷	120 (15.65%)
9	肝功能检查的异常结果	254 (33.12%)	19	白细胞分类计数异常	112 (14.60%)
10	腹部诊断性影像检查的异常所见	243 (31.68%)	20	高同型半胱氨酸血症	102 (13.30%)

3.2. 森林趣味有氧运动康复训练对高原血脂异常的康复效果比较

按照诊断标准将总胆固醇 $< 5.18 \text{ mmol/L}$ 、甘油三酯 $< 1.7 \text{ mmol/L}$ 且低密度脂蛋白 $< 3.37 \text{ mmol/L}$ 为血脂异常临床治愈。干预后，观察组血脂异常治愈率高于对照组，差异有统计学意义($P < 0.05$)，见表 2。

干预后，观察组甘油三酯、总胆固醇及低密度脂蛋白均明显降低($P < 0.05$)，而对照组无统计学差异($P > 0.05$)。组间比较，干预后，观察组总胆固醇降低，差异有统计学意义，见表 3。

Table 2. Comparison of the cure rate of dyslipidemia before and after intervention between the two groups
表 2. 干预前后两组血脂异常治愈率比较

分组	治愈率 n (%)	χ^2	P
观察组(n = 44)	15 (34.09%)		
对照组(n = 44)	7 (15.91%)	3.879	0.049

Table 3. Comparison of blood lipids before and after intervention ($\bar{x} \pm s$)

表 3. 干预前后血脂比较($\bar{x} \pm s$)

指标	观察组(44)		对照组(44)		P
	干预前	干预后	干预前	干预后	
年龄	30.07 ± 4.69		30.98 ± 4.01		0.331
总胆固醇(mmol/L)	5.32 ± 0.76	$4.84 \pm 0.74^*$	5.26 ± 1.04	5.42 ± 1.09	0.004
低密度脂蛋白(mmol/L)	2.88 ± 0.64	$2.64 \pm 0.51^*$	2.85 ± 0.68	2.93 ± 0.72	0.059
甘油三酯(mmol/L)	2.25 ± 0.98	$1.88 \pm 0.84^*$	2.26 ± 0.76	2.21 ± 0.94	0.078

注：*代表干预前后组内有显著差异($P < 0.05$)，P 值为干预后两组间比较结果。

3.3. 森林趣味有氧运动康复训练对高原继发性红细胞增多症的康复效果

按诊断标准，血细胞比容 $\leq 55\%$ 、血红蛋白 $\leq 180 \text{ g/L}$ 、红细胞 $\leq 6.0 \times 10^{12}/\text{L}$ 为红细胞增多症的临床治愈；将血细胞比容、血红蛋白、红细胞计数有所下降但未达到正常者定义为有效；血细胞比容、血红蛋白、红细胞计数没有下降及升高者定义为无效。

干预后，观察组治愈率及总有效率高于对照组，差异有统计学意义($P < 0.05$)，见表 4。

Table 4. Comparison of the improvement of secondary polycythemia in the two groups before and after intervention

表 4. 干预前后两组继发性红细胞增多症改善情况比较

分组	无效 n (%)	好转 n (%)	治愈 n (%)	总有效 n (%)
观察组(n = 59)	5 (8.47%)	20 (33.90%)	32 (54.24%)	54 (91.53%)
对照组(n = 62)	15 (24.19%)	31 (50.00%)	16 (25.81%)	47 (75.81%)
χ^2			7.472	5.414
P			0.006	0.020

干预后两组红细胞计数、血红蛋白含量及红细胞压积均明显下降，差异有统计学意义($P < 0.05$)。但是，与对照组比，观察组血红蛋白含量下降更明显，差异有统计学意义($P < 0.05$)，见表 5。

Table 5. Comparison of red blood cell-related indicators between the two groups before and after intervention
表 5. 干预前后两组红细胞相关指标比较

指标	观察组(n = 59)		对照组(n = 62)		P 值
	干预前	干预后	干预前	干预后	
年龄		28.75 ± 4.90		28.77 ± 4.37	0.581
RBC (×10 ¹² /L)	6.1 (5.9, 6.5)	6.00 (5.70, 6.20)*	6.17 ± 0.44	6.02 ± 0.43*	0.911
HGB (g/L)	186 (183, 198)	180 (175, 189)*	192.53 ± 9.55	186.35 ± 8.84*	0.021
Hct (%)	55.60 ± 3.42	53.41 ± 3.53*	55.45 ± 3.19	53.84 ± 2.82*	0.158

注: RBC = 红细胞, HGB = 血红蛋白, Hct = 红细胞压积; *代表干预前后组内有显著差异($P < 0.05$), P 值为干预后两组间比较结果。

4. 讨论

自然疗养因子即自然界具有医用价值的物理学因子、生物因子,包括日光、气候、海水、森林等,与人类生长与发育密不可分[5]。早在 20 世纪,德国就提出了以水和森林为主的“自然健康疗法”[6],而后的诸多研究证明其具有降低继发性红细胞增多症、血脂异常等多种好处[7]~[9]。有氧运动,指有规律、有节奏的、强度较小、持续时间较长,且重复度较高的身体活动[10],研究证明,有氧运动对血压、血糖和血脂都有一定的调节作用[11]。但是,单一的自然疗养因子对疾病康复作用有限,重复的有氧运动依从性差。本研究创新性地将疗养机构丰富的“森林”疗养因子和有氧运动相结合,同时引入趣味训练法,制定森林趣味有氧运动康复训练方案,并探究其对高原常见病的康复效果。森林中的负氧离子、植物精气等成分可降低运动生理负荷、减少刺激,让有氧运动训练更安全舒适;而有氧运动能通过主动刺激强化各系统功能,同时促进身体对森林等自然疗养因子的吸收,放大调理效果,对机体各个系统的生理功能起到有益作用[12]。

4.1. 高原环境对健康的影响

高原地区的特殊地理及气候环境势必对常驻人员的身心产生多方面的影响,首要表现为低氧引发多系统、多方位、急慢性损害,对中枢神经、循环、血液等系统,以及能量代谢和体能等身体机能产生诸多不良效应,不仅降低体力和脑力作业效率[13][14]。随着海拔的上升,人体对环境变化的异常反应越发强烈,而血液系统的改变通常更早且更显著的预测了机体的改变,如果未能及时发现这些变化并及时干预,可能发展为高原脑水肿、肺水肿等严重高原病[15][16]。从本研究的结果来看,表 1 回顾 2020~2024 年高原特勤疗养官兵体检结果调查疾病谱发现,血液系统指标血脂代谢异常及红细胞增多症发病率较高,符合目前学界主要研究的结果,也说明高原低氧环境确实引起官兵的血脂及红细胞的异常。探究如何有效干预这两种疾病的发生十分有必要,这将极大地保障高原官兵的身心健康。

4.2. 森林趣味有氧运动康复训练能降低血脂

长期低氧环境导致组织的无氧代谢提高,机体的能量供给主要靠葡萄糖代谢,出现脂代谢紊乱。同时,高能量、高脂肪、高胆固醇等高原特殊的饮食结构也是血脂增高的主要原因之一。本次研究表明,经森林趣味有氧运动康复训练后血脂异常增高治愈率明显高于照组;且总胆固醇、低密度脂蛋白及甘油三酯均有显著下降,而对照组的变化不明显。这直接证明了森林趣味有氧运动训练确实能降低血脂异常的发生率,更重要的是为预防高原环境下心血管疾病的发生及长期健康提供保障。

4.3. 森林趣味有氧运动康复训练能提高继发性红细胞增多症的治愈率

继发性红细胞增多是由于慢性高原缺氧引发组织缺氧，代偿性引起促红细胞生成素分泌增多，以增加血液中红细胞和血红蛋白来为重要器官供氧，导致血液粘稠度升高，微循环障碍，还可能伴随心肺功能下降[17]。本次研究结果显示，有氧运动康复训练后，观察组总效率高于对照组；继发性红细胞增多症治愈率高于对照组；有氧运动康复训练干预后血红蛋白含量值更低。这说明森林趣味有氧运动训练能提高继发性红细胞增多症的治愈率，从而降低高原人员血液黏度、减轻心脏负荷及改善组织氧合状态，提高高原人员的作业能力。

5. 结论

综上所述，虽然高原的高海拔和低氧分压会增加高原常见病的发生率，但通过森林趣味有氧运动训练结合常规保健疗养，对高原人员的血脂和血红蛋白的改变具有重要作用。通过本次研究，不仅对高原人员的常见病有了更进一步的了解，并且对于血脂异常和红细胞增多症的康复制定了新颖而有效的康复训练方法。可以本研究结果为依据，动态监测高原人员的生理指标变化，制定一套适合高原常见病的《森林趣味有氧运动训练方案》，提高疗养保障的能力水平[18]。由于受样本量和研究时间限制，结果的准确度和普适性可能受影响。未来将干预周期延长至更合理的时间(如8~12周)，并增加一次3个月或6个月的随访节点，以评估干预效果的稳定性和持久性，从而得出更可靠的结论。

参考文献

- [1] 年永琼, 辛元尧, 周雪姣, 等. 高原低氧环境对人体的生理影响以及人体药物代谢动力学特征的研究进展[J]. 药学研究, 2018, 37(6): 346-351.
- [2] 李姗珊, 史宝林, 刘晓艳, 等. 高原驻训对官兵血红蛋白含量的影响规律及特点分析[J]. 军事医学, 2023, 47(3): 223-227.
- [3] 郭惠杰, 刘瑾, 吴金春. 高原高血压的诊断及治疗研究进展[J/OL]. 中华高血压杂志(中英文), 1-6. <https://doi.org/10.16439/j.issn.1673-7245.2025-0175>, 2026-01-27.
- [4] Chen, H., Chen, C., Spanos, M., Li, G., Lu, R., Bei, Y., et al. (2022) Exercise Training Maintains Cardiovascular Health: Signaling Pathways Involved and Potential Therapeutics. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 7, Article No. 306. <https://doi.org/10.1038/s41392-022-01153-1>
- [5] 陈景藻. 现代疗养事业和疗养学的发展[J]. 国外医学(物理医学与康复学分册), 1998(4): 145-149.
- [6] 李济任, 许东. 森林康养旅游评价指标体系构建研究[J]. 林业经济, 2018, 40(3): 28-34.
- [7] He, M., Guo, W., Hu, Q., Chen, M., Wang, X., Xu, W., et al. (2019) Effect of Forest Bathing and Exercising on Human Healthy in Young People in Sichuan Province. *Biomedical Research*, 30, 484-491. <https://doi.org/10.35841/biomedicalresearch.30-19-205>
- [8] 郑洲, 莫东平, 兰峰, 等. 森林浴对高血压病患者血压、血脂及心脏功能的影响[J]. 中国疗养医学, 2017, 26(5): 449-451.
- [9] 霍婧婧, 陈雪, 张艳娟. 疗养期间森林浴对军队慢性阻塞性肺疾病患者肺功能和运动耐力的影响[J]. 中国疗养医学, 2018, 27(6): 573-575.
- [10] 国家卫生健康委办公厅. 中国公民健康素养——基本知识与技能(2024年版) [S]. 北京: 人民卫生出版社, 2024.
- [11] 王苗. 有氧运动减肥的生理生化分析[J]. 体育世界(学术版), 2018(7): 184+167+165.
- [12] 徐莉, 岳增文, 崔建华, 等. 康复疗养对高原官兵脱习服症状改善作用的研究[J]. 中国疗养医学, 2017, 26(5): 453-456.
- [13] 戚秀中, 闫明启. 高原官兵常见疾病与中医体质的调查分析[J]. 国际中医中药杂志, 2022, 44(1): 17-21.
- [14] 王健, 刘辉, 李成, 等. 低海拔地区官兵进驻高原后血液指标的变化[J]. 武警医学, 2020, 31(9): 762-764+770.
- [15] 孙魁, 刘君丽, 姜玉婷, 等. 重度急性高原病的临床诊断及预测指标研究[J]. 中华危重症医学杂志(电子版), 2020, 13(1): 44-48.

- [16] 闫春城, 王宇亮, 李素芝, 等. 血常规与血气分析变化对高原脑水肿早期诊断的意义[J]. 华南国防医学杂志, 2010, 24(2): 90-92.
- [17] Heinicke, K., Prommer, N., Cajigal, J., Viola, T., Behn, C. and Schmidt, W. (2003) Long-Term Exposure to Intermittent Hypoxia Results in Increased Hemoglobin Mass, Reduced Plasma Volume, and Elevated Erythropoietin Plasma Levels in Man. *European Journal of Applied Physiology*, **88**, 535-543. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0732-z>
- [18] 李立新, 张程, 孙小英, 等. 驻高原官兵疗养保障现状与思考[J]. 人民军医, 2020, 63(10): 946-949+964.