

不同专项训练对越野滑雪优秀男子运动员身体机能的影响

——基于血液生化指标监控

孙志宏¹, 张蓓^{2,3}, 张妍¹, 费雅琪¹, 裘琴儿^{1*}

(1.宁波大学 体育学院, 浙江 宁波 315211; 2.国家体育总局 冬季运动管理中心, 北京 100763;

3.中国奥委会奥运备战办公室, 北京 100763)

摘要: 为探究不同专项训练对国家越野滑雪优秀男子运动员身体机能状态的影响, 运用实地跟踪法对 13 名国家越野滑雪男子运动员在 2020 年由陆地转为雪地 8 周训练期间的血液生化指标进行监控, 分析运动员进入滑雪训练前、后的滑轮(4 周)与滑雪专项训练(4 周)的负荷特征, 从而对运动员身体机能状态进行评定。结果表明, 滑轮训练 4 周与 2 周相比, RBC、HGB、BU 与 CK 均呈现不同程度的上升, WBC、T、C 与 T/C 出现了下降; 滑雪训练中, WBC、RBC、HGB、T、C 与 T/C 在 4 周后都有不同程度的上升, 而 BU 与 CK 出现了下降。对比滑轮与滑雪两项专项训练在各个血液指标之间的变化发现, 均具有显著性差异($P<0.01$ 或 $P<0.05$), 它们在一定程度上都有利于促进运动员身体机能状态的提高以及运动能力的增强。

关键词: 越野滑雪; 专项训练; 血液生化指标; 监控; 身体机能

中图分类号: G863.14

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2022) 03-0115-06

为实现 2022 年北京冬奥会“办赛精彩”“参赛出彩”和“全面参赛”的目标, 越野滑雪项目作为在北京冬奥会中将产生 12 枚金牌的基础大项目, 也在不断地探索中。越野滑雪属于有氧供能为主的耐力性雪上运动项目, 要求运动员具有强大的心肺功能^[1-2]。研究表明, 想要提高机体吸氧、运输氧和利用氧的能力, 就必须改善运动员的心血管系统机能, 促进有氧代谢能力的提高, 这些都需要长期系统的训练^[3-4]。越野滑雪是一个特殊项目, 对于没有雪的季节, 在专项训练上就会面临很大的挑战, 虽然可以利用专业的滑轮来代替滑雪进行专项领域的训练, 但是, 不同专项训练对运动员身体机能状态的影响还不明确。在越野滑雪中利用血液指标来评价运动员身体机能状态的大多数都是在雪上的比赛前后、赛前训练、高原训练、单一指标对运动员疲劳恢复的影响^[5-7], 在不同专项训练中, 对我国越野滑雪运动员身体机能表现评

定方面相对研究较少, 滑轮与滑雪专项训练应该如何训练才能达到相同的训练效果, 有待进一步的探讨。

因此, 为了探究越野滑雪运动员在无雪情况下, 使用轮滑训练与在雪季中进行滑雪训练身体机能的变化, 使用血浆和血清作为重要的研究指标, 从而清楚地反映运动员的新陈代谢^[8]。同时通过多项生理生化指标的测定与综合分析, 可正确地诊断运动疲劳的程度及机体恢复情况, 对预防过度训练和运动损伤有积极的作用^[9]。本研究采用越野滑雪优秀男子运动员由陆地转入雪上的 8 周训练, 前 4 周为陆地上的滑轮训练, 后 4 周为雪地上的滑雪训练, 通过跟踪运动员训练期间血液生化指标, 分析不同专项训练对越野滑雪男子运动员训练效果, 从而制定相对应的训练计划, 有利于提高运动员专项成绩。同时观察运动员由陆地训练过渡到雪上训练中有氧代谢能力、免疫能力以及

收稿日期: 2021-06-03.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 国家重点研发计划“科技冬奥”重点专项课题(2020YFF0304605)。

第一作者: 孙志宏(1993-), 男, 山西临汾人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 运动生物力学。E-mail: 350294842@qq.com

*通信作者: 裘琴儿(1968-), 女, 浙江宁波人, 教授, 主要研究方向: 运动生物力学。E-mail: qiuqiner@nbu.edu.cn

表1 越野滑雪运动员不同训练的内容与作用

类别	训练内容	训练意义
专项训练	主要包括不同强度下不同技术的滑轮训练与滑雪训练	提高运动员的滑雪技术水平, 增强运动员滑雪能力
力量训练	运用相关器械训练运动员上肢推、下肢拉及爆发力等力量性训练	强化运动员上肢与下肢的爆发力, 同时根据不同运动员力量表现的不同, 设置了不同的针对性训练, 帮助运动员纠正体态、强化弱项
核心训练	垫上徒手核心训练、八维核心训练、不稳定球训练、飞行器训练等	增强运动员上下肢联动能力, 提高撑杖的力量与速度
跑步训练	越野跑、跑坡、负重跑、带雪仗跑以及北欧行走等	强化运动员的基础有氧能力以及耐酸能力, 增强运动员的心肺功能
辅助训练	药球下砸、测功仪训练、滑雪模仿训练、动态肌肉激活等	弥补运动员的不足之处, 从而提升滑雪水平
恢复训练	游泳、wattbike 训练等	促使运动员快速恢复, 更高效地完成后面的训练任务

机体恢复能力的改善程度。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

以 13 名国家越野滑雪集训队的优秀男子运动员为研究对象, 其中, 运动健将 8 名, 国家一级 5 名。平均年龄(20.5 ± 1.7)岁, 平均身高(180.7 ± 5.2)cm, 平均体重(71.0 ± 6.0)kg, 平均体脂率(11.3 ± 1.8)%, 平均训练年限(3.4 ± 1.8)a, 所有运动员均健康状态良好, 且都自愿接受相关训练与测试安排。

1.2 研究方法

1.2.1 训练计划与实施

实验按照国家越野滑雪集训队训练计划, 在进入雪季前 4 周(滑轮专项训练)至进入雪季后 4 周(滑雪专项训练), 这一过渡期内进行血液指标跟踪研究。8 周训练中, 除雪季前、后运动员专项训练不同外, 其他训练都相同。专项训练主要包括不同强度下不同技术的滑轮与滑雪训练, 训练中要求运动员心率水平达到 60%~82% HRmax, 中等强度达到 82%~87% HRmax, 高强度达到 87% HRmax 以上; 训练技术通常一般分为两大类: 传统技术与自有技术, 针对技术训练会进行相应的单杖滑行或者无杖滑行, 每节训练课结束时进行 5 组以上短距离加速, 以提高运动员滑雪过程中的加速能力。其他训练包括力量、核心、跑步以及相应的辅助与恢复性训练(表 1)。

运动员每周三上午或下午和周日进行调整, 通

常不做训练安排。如图 1 所示, 专项训练集中安排在周一、周二和周四, 力量训练安排在周二和周五概率大些, 其他训练平均分布在每周中。由图 2 可见, 运动员滑轮与滑雪专项训练时长均为($801.91 \pm$

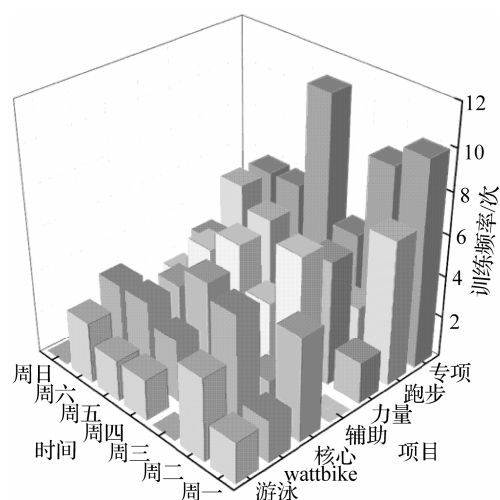


图1 运动员不同训练的周训练频率分布图

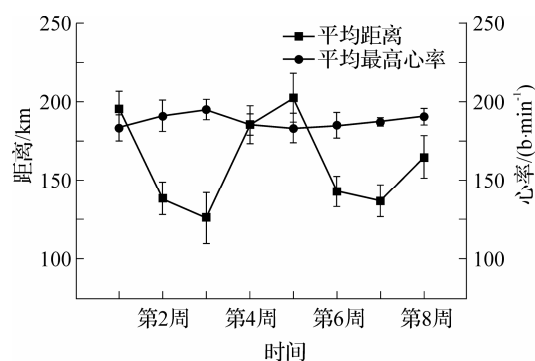


图2 越野滑雪8周专项训练量与训练最高强度统计

18.13) min, 不同专项训练的训练距离与运动员在正式训练时, 其所能达到的最高心率呈相同的线性趋势.

1.2.2 测试方法及检测指标

运动员在第2周、第4周、第6周以及第8周训练结束恢复调整后, 次日清晨 6:00~7:00, 空腹进行坐位下的肘静脉采血, 使用紫色头盖 EDTA 抗凝管抽取 2 mL 血液, 用于血常规检测, 选择指标为: 白细胞(White Blood Cell, WBC)、红细胞(Red Blood Cell, RBC)和血红蛋白(Hemoglobin, HGB); 使用金黄色头盖惰性分离胶促凝管抽取 5 mL 血液, 用于生理生化测试, 采用的指标为: 睾酮(Testosterone, T)、皮质醇(Cortisol, C)、血尿素(blood urea, BU)和肌酸激酶(Creatine Kinase, CK).

1.2.3 测试仪器

WBC、RBC 和 HGB 测试采用国产的迈瑞 BC-5180CRP 全自动血液分析仪; C 和 T 测试采用瑞士罗氏 Cobase411 全自动电化学发光分析仪; BU 和 CK 测试采用美国贝克曼库尔特 AU480 全自动生化分析仪. 所有仪器均使用原厂以及相配套试剂进行测试与标准化.

1.2.4 统计学处理

所有数据采用 Excel 2019 和 SPSS 22 软件进行统计学处理, 测试结果均以平均值±标准差($\bar{x} \pm s$)的形式呈现. 组间差值比较采用独立样本 T 检验的统计学方法进行处理, 以 $P < 0.05$ 为显著差异, $P < 0.01$ 为非常显著差异.

2 研究结果

2.1 滑轮与滑雪不同专项训练对运动员血液中 WBC、RBC 和 HGB 的影响

由表 2 可以看出, 在滑轮训练中, 训练 4 周后与 2 周后相比较, 运动员血液中 WBC 的数量降低, 而 RBC 与 HGB 的数量均出现了不同程度升高; 在滑雪训练中, 训练 4 周后运动员血液中 WBC、RBC 和 HGB 的数量都出现了增加, 其中, HGB 的数量增加得最为明显. 比较不同专项训练后运动员血液中 WBC、RBC 和 HGB 的变化发现, 滑雪训练后 WBC、RBC 和 HGB 的变化幅度都要高于滑轮训练 ($P < 0.01$), 其中, WBC 的变化趋势不同.

2.2 滑轮与滑雪不同专项训练对运动员血液中 T、C 和 T/C 的影响

由表 3 可以看出, 在滑轮训练中, 训练 4 周后运动员血液中 T、C 和 T/C 的含量相较于 2 周后均出现了不同程度的降低, 其中 C 降低得最为明显; 在滑雪训练中, 训练 4 周后运动员血液中 T、C 和 T/C 的含量相比较于 2 周后, 都出现了不同程度的增加, 其中, C 的含量增加得最为明显. 比较不同专项训练后运动员血液中 T、C 和 T/C 的变化发现, 滑雪训练后 T 和 T/C 的变化都呈现非常显著性差异 ($P < 0.01$), 并且它们的变化趋势均不相同.

2.3 滑轮与滑雪不同专项训练对运动员血液中 BU 和 CK 的影响

由表 4 可以看出, 在滑轮训练中, 运动员血液

表 2 运动员血液中 WBC、RBC 与 HGB 的变化结果

血液指标	滑轮训练			滑雪训练			P 值
	2 周后	4 周后	变化	2 周后	4 周后	变化	
WBC/($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	5.19±0.89	4.78±0.83	-0.41±0.23	4.53±0.50	5.05±0.73	0.52±0.13	0.002
RBC/($\times 10^{12} \cdot L^{-1}$)	5.09±0.41	5.11±0.13	0.02±0.04	5.04±0.49	5.21±0.40	0.17±0.05	0.031
HGB/($g \cdot L^{-1}$)	158.38±5.92	159.62±8.89	1.23±1.67	154.31±7.95	160.31±6.73	6.00±1.33	0.035

注: P 值为滑轮与滑雪训练各个指标变化的比较, 下表同.

表 3 运动员血液中 T、C 与 T/C 的变化结果

血液指标	滑轮训练			滑雪训练			P 值
	2 周后	4 周后	变化	2 周后	4 周后	变化	
T/($ng \cdot mL^{-1}$)	5.49±1.45	5.19±1.55	-0.30±0.21	5.96±1.44	7.18±2.34	1.22±0.35	0.001
C/($nmol \cdot L^{-1}$)	574.17±79.23	559.08±67.61	-15.09±24.19	536.52±84.09	599.75±80.96	63.23±27.67	0.044
T/C($\times 10^{-8}$)	3.43±1.13	3.26±0.99	-0.17±0.19	3.95±1.14	4.22±1.43	4.23±0.39	0.001

表4 运动员血液中BU与CK的变化结果

血液指标	滑轮训练			滑雪训练			P 值
	2 周后	4 周后	变化	2 周后	4 周后	变化	
BU/(mmol·L ⁻¹)	7.45±0.83	8.39±1.19	0.93±0.23	7.89±1.62	7.33±1.19	-0.56±0.46	0.008
CK/(U·L ⁻¹)	330.77±158.31	534.31±272.11	203.53±62.48	502.85±269.62	314.77±138.80	-188.07±68.52	0.001

中BU和CK的含量在训练4周后,比2周后均出现了不同程度的升高,其中CK升高得最为明显;在滑雪训练中,BU和CK的含量在训练4周后,比2周后都出现了不同程度的降低,其中,CK的含量下降得最为明显.比较不同专项训练后运动员血液中BU和CK的变化发现,滑雪训练后BU和CK的变化幅度都要低于滑轮训练($P<0.01$),且它们的变化趋势也均不相同.

3 讨论

3.1 不同专项训练对越野滑雪运动员血液WBC、RBC和HGB的变化分析

相关研究表明,血液生化指标可反映运动员长期训练身体机能的变化情况^[10].可将循环WBC的改变作为反应运动量大小、器官损害和机体恢复程度的标志,不同的训练还能导致WBC的数量和分类变多^[9,11].通常情况下RBC数量越多,HGB浓度越高,说明运动员血液携氧能力和蛋白质营养状况越好,能使机体的代谢过程增强,从而提升运动能力^[2,12].陈文鹤等^[13]研究认为,运动可以改善RBC变形能力和血浆脂质代谢,以及提高体内对抗氧自由基的能力,并对RBC的功能有重要影响.优秀赛艇运动员进行有氧渐增负荷训练后,RBC数量出现轻微降低^[14].对于越野滑雪这种耐力性的项目,需要运动员具有较高的最大摄氧量,HGB浓度就是决定最大摄氧量重要的因素之一^[10].但HGB浓度并不是越高越好,将运动员身体机能控制在合理范围是最佳的选择,我国男子正常波动范围为130~175 g·L⁻¹.

在本研究中,越野滑雪运动员进行滑轮训练4周后与2周后相比,WBC数量有所下降,RBC和HGB的数量都有所增加.但是,滑雪训练4周后与2周后相比,WBC、RBC和HGB的数量都有不同程度的增加.可以看出,不同专项训练在相同的训练时间下,滑雪训练对运动员血液中WBC浓度的增加、携氧能力与机体代谢过程的增强要优于滑轮

训练.当然,无论是在雪地上还是在陆地上,相应的专项训练都可以刺激运动员身体机能状态的改变.为了在有限的时间内快速提高越野滑雪运动员的成绩,滑雪训练能够更加节约时间成本.

3.2 不同专项训练对越野滑雪运动员血液T、C和T/C的变化分析

睾酮(T)是人体主要的同化激素之一,它与运动员的肌肉力量和肌糖原储备有一定关系,能较为客观地反映运动员在训练中各阶段体能状态水平^[15].一般情况下,T的测试值越高,运动员的耐力越强,承受大负荷运动训练后,其恢复也越快,当然运动能力也较强;对于T测试值较低的运动员,很难承受大负荷运动训练,而且恢复水平的也较慢^[16].在本研究中,越野滑雪运动员在滑轮训练中,4周后T含量要低于2周后,但是在滑雪训练中,4周后T含量出现了明显地上升,说明在滑雪训练中运动员所承受的负荷要高于滑轮训练,相同时间下,滑雪训练的强度要明显高于滑轮训练.

皮质醇(C)是从肾上腺皮质中提取出,属于糖皮质激素的一种.它能够促进体内合成代谢,抑制肌糖原分解,激活糖原合成,使肌糖原与磷酸肌酸储备增加,增强机体的免疫功能和抗细菌感染能力^[17].在本研究中,越野滑雪运动员经过同样时间训练后,滑雪训练使运动员C含量逐渐增多,而滑轮训练却使运动员血液中C含量在逐渐减少.可以看出,长时间在雪上训练能够更好地促进运动员体内合成代谢,有利于肌糖原和磷酸肌酸储备的增加,使运动员免疫功能与抗病菌能力增强.

冯连世等^[9]研究发现,对于长期持续性的训练,运动员睾酮与皮质醇的含量在训练初期会有所降低,但随着运动员运动能力的提升以及机体对训练负荷的适应,T/C的比值会逐渐升高.本研究中,越野滑雪运动员T/C的值在进行相同时间的滑轮与滑雪训练之后,滑轮训练4周后低于2周后,而滑雪训练则相反.可以看出在进行滑轮训练之前,运动员一直进行的也是滑轮训练,在4周训练后出

现下降,说明运动员运动能力得到了相应的增强;而滑雪训练出现了升高,说明运动员进入雪季后强度有所增加,一时不能适应,出现了短暂性的增长,经过一段时间的训练之后,也会逐渐下降到相应的水平。从变化的过程可以看出,相同时间训练下,滑雪训练对运动员的刺激要高于滑轮训练。

3.3 不同专项训练对越野滑雪运动员血液中BU和CK的变化分析

血尿素(BU)作为运动负荷量的生化监控指标,通常情况下,长时间、高强度的运动或人体机能下降时,都会造成血尿素的明显增高^[18-19]。BU也可以评定运动员的恢复水平,如恢复后运动员血液中含有量大于 $6\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,说明运动员机体状态较差,当恢复值连续出现明显升高时,表明运动员需要立即调整,并对训练计划做出改变。由表4可以看出,滑轮训练在训练4周后的BU含量要高于2周后,但是滑雪训练4周后的运动员血液中BU含量出现明显减少,说明滑轮训练4周后,运动员集体出现了疲劳,而滑雪训练4周后,运动员身体疲劳程度要明显低于滑轮训练。

肌酸激酶(CK)值变化能反映肌细胞对训练强度适应程度及运动负荷大小和运动恢复的过程^[20]。在大运动量训练后,血清酶活性通常会升高,而后又逐渐恢复正常。训练后血清酶活性升高幅度与恢复的快慢可反映运动强度和训练量的大小以及身体的适应情况,血清CK活性提高,往往说明运动员的身体机能下降^[21]。在本研究中,越野滑雪运动员血液中CK的含量已经大幅度地超过了正常人范围($40\sim 200\text{ U}\cdot\text{L}^{-1}$),但是对于运动员群体来说,还是比较正常的。在相同训练时间下,不同专项训练运动员血液中CK含量与BU含量的变化保持高度一致,说明运动员在使用滑轮训练的时候更加容易疲劳。当然,血液生化指标的变化主要还是由运动员训练的负荷强度占主导位置,但是经过对长期训练的观察,在进行滑雪训练中对运动员训练负荷的掌握更加容易,所以,在进行滑轮训练时,教练员需要做好与滑雪训练强度之间的等比转换,这样更有利于提高运动员整体的基础专项能力。

4 结论与建议

通过跟踪8周国家越野滑雪优秀男子运动员

训练期间的血液指标得出以下结论:(1)滑轮与滑雪两种不同专项训练方式对越野滑雪运动员的身体机能均能起到相应的刺激作用,并且可以加强运动员的有氧代谢、合成代谢以及分解代谢的能力;(2)从运动员这些血液指标的变化趋势可以看出,长期训练中,滑雪专项训练对越野滑雪运动员身体机能影响要优于滑轮训练,但是,在一定程度上都能有效地促进专项运动能力的提升。

建议:(1)持续对越野滑雪男子运动员的血液指标监控是非常有必要,希望可以长期保持检测,进行阶段性的分析,及时根据监控结果调整训练计划;(2)对于越野滑雪运动员在使用滑轮训练时,在进行全年训练计划的制定中,建议可以将滑雪训练与滑轮训练的强度进行等量化,这样能更有利于教练员对训练强度和训练量的把控;(3)在无雪情况下,建议采用雪洞进行专项训练。

参考文献:

- [1] Gonzalez-Millan C, Perez-Brunicardi D, Salinero J J, et al. Physiological demands of elite cross-country skiing during a real competition[J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2017, 31(6):1536-1543.
- [2] Sagelv E H, Engseth T P, Pedersen S, et al. Physiological comparisons of elite male *Visma* ski classics and national level cross-country skiers during uphill treadmill roller skiing[J]. Frontiers in Physiology, 2018, 9:1523.
- [3] Grechuha S V, Kalenichenko O V, Kovalenko S O. The application of additional respiration resistance on exhale for increasing special endurance of highly qualified rowers[J]. Pedagogics, Psychology, Medical-Biological, 2012, 4:29-35.
- [4] Zoppirolli C, Pellegrini B, Bortolan L, et al. Effects of short-term fatigue on biomechanical and physiological aspects of double poling in high-level cross-country skiers[J]. Human Movement Science, 2016, 47:88-97.
- [5] 尹一全, 孟庆军, 叶茂盛, 等. 力量板块周期训练对我国优秀越野滑雪运动员运动表现影响的研究[J]. 中国体育科技, 2020, 56(12):17-36; 43.
- [6] 孙科, 魏文哲, 赵之光. 加压放松对越野滑雪运动大强度抗阻训练疲劳相关指标的影响[J]. 中国体育科技, 2020, 56(12):9-16.
- [7] 蔡旭旦, 毛丽娟, 张蓓, 等. 不同来源项目运动员越野滑雪长期训练运动能力变化——基于运动机能监控的研究[J]. 中国体育科技, 2020, 56(12):44-55.
- [8] Duch K, Michnik A, Pokora I, et al. Whole-body cryo-

- stimulation impact on blood serum thermal denaturation profiles of cross-country skiers[J]. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2019, 138(6):4505-4511.
- [9] 冯连世. 优秀运动员身体机能评定的方法及存在问题[J]. *体育科研*, 2003, 24(3):49-54.
- [10] Kayashima S, Ohno H, Fujioka T, et al. Leucocytosis as a marker of organ damage induced by chronic strenuous physical exercise[J]. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 1995, 70(5): 187-188.
- [11] Pedersen B K, Hoffman-Goetz L. Exercise and the immune system: Regulation, integration, and adaptation [J]. *Physiological Reviews*, 2000, 80(3):1055-1081.
- [12] Chandler P C, Viana J B, Oswald K D, et al. Feeding response to melanocortin agonist predicts preference for and obesity from a high-fat diet[J]. *Physiology & Behavior*, 2005, 85(2):221-230.
- [13] 陈文鹤, 郭黎. 红细胞膜结构与红细胞变形能力[J]. *上海体育学院学报*, 2001, 25(4):34-39.
- [14] 马涛, 高炳宏, 李涛. 8 周有氧水上划艇训练对赛艇运动员某些血液生化指标的影响[J]. *中国应用生理学杂志*, 2019, 35(1):38-41.
- [15] 王韵博. 越野滑雪运动员高原训练期间生理生化指标监控的研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2008.
- [16] 王家力, 齐家玉, 陈芳. 运动对血睾酮的影响[J]. *四川体育科学*, 2004, 23(1):18-20.
- [17] Chiu Y H, Lai J N, Wang S H, et al. Early changes of the anemia phenomenon in male 100-km ultramarathoners[J]. *Journal of the Chinese Medical Association*, 2015, 78(2): 108-113.
- [18] 李大同, 李美娜, 王国滨. 青少年越野滑雪运动员运动损伤特征及预防[J]. *冰雪运动*, 2015, 37(5):17-21.
- [19] 王永梅, 李世昌. 优秀皮划艇运动员小周期训练期间血尿素氮的变化特征分析[J]. *浙江体育科学*, 2009, 31(1):126-128.
- [20] 李志强. 越野滑雪运动员科学化训练监控模式的研究[D]. 长春: 吉林体育学院, 2012.
- [21] 冯连世, 冯美云, 冯炜权. 运动训练的生理生化监控方法[M]. 北京: 人民体育出版社, 2006:220-225.

The effect of different special training on the physical performance of elite male athletes in cross-country skiing: Based on blood biochemical index monitoring

SUN Zhihong¹, ZHANG Bei^{2,3}, ZHANG Yan¹, FEI Yaqi¹, QIU Qin'er^{1*}

(1.School of Sports Science, Ningbo University, Ningbo 315211, China;

2.China Winter Sports Administration, General Administration of Sport of China, Beijing 100763, China;

3.Olympic Games Preparation Office of China Olympic Committee, Beijing 100763, China)

Abstract: The current study was carried out to explore the effect of different special training on the physical fitness status of Chinese elite male cross-country skiers. The blood biochemical parameters of 13 male national cross-country skiers were monitored with the field tracking method during 8 weeks of training, when they switched from land to snow training in 2020. The training load characteristics of the athletes were analyzed during rollerblade-specific training (4 weeks) and ski-specific training (4 weeks), in order to evaluate the athletes' physical performance. Compared with 2 weeks of roller-skiing training, 4 weeks of roller-skiing training produced a significant increase in RBC, HGB, BU and CK, a significant decrease in WBC, T, C and T/C. Compared with roller-skiing, the skiing training produced a significant increase in WBC, RBC, HGB, T, C and T/C and a significant decrease in BU and CK. The results reveal that roller-skiing and skiing are two types of special training that are both capable of improving the physical fitness and athletic ability of the athletes.

Key words: cross-country skiing; special training; blood biochemical indicators; monitoring; physical performance

(责任编辑 章践立)