



冬训备赛期间优秀雪车运动员睡眠质量及影响因素

李秦陇¹,张亮²,李博雅²,周越^{1*}

摘要:目的:本研究通过监测雪车运动员完整睡眠过程、睡前自主神经状态和心境状态(POMS),探究雪车运动员冬训备赛期间,睡前自主神经和POMS对睡眠质量的具体影响,为解决雪车运动员睡眠问题提供合理的方案。方法:研究对象为8名国际级健将雪车运动员。使用空气垫式睡眠监测仪监测睡眠完整过程,Polar心率胸带和Ignite手表监测睡前自主神经,POMS量表评价心境状态。对睡眠状态、自主神经和POMS使用Spearman相关分析和概要T检验进行分析。结果:雪车运动员睡眠质量与正常成年人相比,睡眠潜伏期偏长,浅睡眠占比过多,深睡眠占比过少,睡前交感神经占主导作用,消极情绪较多。经相关分析发现,总睡眠时长与疲劳值呈高度正相关;浅睡眠占比与副交感神经指数、RR间期(2个QRS波中R波之间的时间)连续差值的均方根、精力值呈高度负相关,与交感神经指数和平均心率呈高度正相关;觉醒期占比与低频功率(LF)呈高度正相关,与慌乱值呈高度负相关;睡眠潜伏期与高频功率(HF)呈极高度负相关,与LF/HF呈高度正相关。结论:雪车运动员冬训备赛期间的睡眠质量存在睡眠潜伏期长、浅睡眠占比过多、深睡眠占比过少的问题,可能与睡前交感神经占主导作用及消极情绪较多有一定关系。建议雪车运动员调整睡前自主神经状态,同时进行心理训练和心理疏导,以此提高睡眠质量,促进身体机能恢复。

关键词:睡眠质量;自主神经;心率变异性;心境状态;雪车运动员

中图分类号:G808 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2022)02-0031-08

DOI:10.12064/ssr.20220205

Research on Sleep Quality and Affecting Factors of Elite Bobsleigh Athletes during Winter Training and Preparation Period

LI Qinlong¹, ZHANG Liang², LI Boya², ZHOU Yue^{1*}

(1.Human Sport Science College, Beijing Sport University, Beijing 100084, China;2.National Bobsleigh Training Team, Beijing 102106, China)

Abstract: This paper aims to explore the autonomic nerve and POMS (Profile of Mood States) before sleep and the specific effects on sleep quality during winter training and preparation period by monitoring the complete sleep process, autonomic state and POMS of bobsleigh athletes. It helps to provide a reasonable solution for the sleep problem of bobsleigh athletes. The subjects of this study are 8 world-class bobsleigh athletes. Polar heart rate chest band and Ignite watch are used to monitor autonomic nerve system before sleep. The POMS are used to evaluate mood state. And sleep mattress is used to monitor the whole sleep process. The sleep status, autonomic nerve system and POMS are analyzed by Spearman correlation analysis and T-test. The results show that the sleep quality of bobsleigh athletes has a longer latency period, much too light sleep, too little deep sleep, sympathetic nerves before sleep, and more negative emotions which compared with normal adults. Correlation analysis shows that total sleep time is positively correlated with fatigue value. The proportion of light sleep time is negatively correlated with parasympathetic index, root mean square of RR interval, vigor value, and positively correlated with sympathetic index and average heart rate. The proportion of awakening time is positively correlated with

收稿日期:2021-06-30

基金项目:国家重点研发计划“科技冬奥”项目(2018YFF0300800)。

第一作者简介:李秦陇,男,硕士研究生。主要研究方向:运动生理学。E-mail:425389949@qq.com。

*通信作者简介:周越,男,博士,教授,博士生导师。主要研究方向:运动员机能评定与训练监控。E-mail:chowye@163.com。

作者单位:1.北京体育大学运动人体科学学院,北京100084;2.国家雪车集训队,北京102106。



low frequency power (LF), and negatively correlated with panic. Sleep onset latency is highly negatively correlated with high frequency power(HF), and highly positively correlated with LF/HF. In conclusion, there are problems with long sleep onset latency, much too light sleep, and too little deep sleep of bobsleigh athletes during the winter training and preparation Period. These problems may be related to the dominant role of sympathetic nerves and more negative emotions before sleep. It suggests that bobsleigh athletes should adjust their autonomic nervous state before sleep, and carry out psychological training and psychological counseling at the same time to improve the quality of sleep and promote the recovery of body function.

Keywords: sleep quality; autonomic nervous system; heart rate variability; profile of mood state; bobsleigh athletes

睡眠质量与人的身心健康及工作效率密切相关,睡眠不好往往会影响人的正常工作和生活^[1]。在竞技体育中,运动员也经常会因为比赛临近造成的精神紧张或是备赛期训练的过度疲劳而出现不同程度的睡眠问题^[2]。正常、充足的睡眠对于运动员来说,可以最大程度地恢复体能。而睡眠质量低和睡眠不足会给人体机能的恢复带来负面影响,进而削弱免疫系统和内分泌系统的功能,同时还可能影响运动员的思维和判断力,增加受伤的概率^[3]。因此,对运动员睡眠质量的分析与评价是运动员体能恢复过程中的重要一环。

雪车(Bobsleigh)属于滑行竞速比赛项目,速度极快,危险性极高,即使是世界顶尖运动员也会因为疏忽而发生翻车等危险事故,而我国优秀雪车运动员均是通过跨界跨项选材入队^[4],面对训练和比赛缺乏阅历和经验,所以必须时刻保持高度清醒和专注。高强度训练备赛过程会伴随着产生紧张、焦虑和恐惧等中枢疲劳,从而导致运动员睡眠质量下降,进一步影响运动员的身心健康和比赛成绩^[5]。

研究发现,睡眠与自主神经系统调控^[6]和心境状态(Profile of Mood States, POMS)^[7]有密切的联系。从睡眠潜伏期转换到睡眠状态时,自主神经系统会持续向副交感神经主导作用的方向增强,这一过程伴随着交感神经作用减弱,心率不断降低,体温逐渐下降^[8]。如果出现训练负荷过大等问题,交感神经系统在睡前会占主导作用^[9],因此从交感神经主导到副交感神经主导的转换过程更长^[10],这种状态可能会造成入睡困难和睡眠质量下降等问题。在正常休息状态下,副交感神经应该占主导作用,如果惊恐情绪较多会由于自主神经失调而引起交感神经兴奋性升高^[11],焦虑和紧张等情绪较多会出现副交感神经兴奋性降低^[12-13],所以消极情绪也会导致睡眠问题产生。同时,睡眠不足或失眠也会导致个体产生消极情绪,这提示睡眠与POMS相互影响、相互促进^[14-15]。

综上所述,睡眠与自主神经和POMS之间互相影响,联系紧密,但这种影响如何在优秀雪车运动员的备赛过程中体现,值得深入研究与探讨。本研究旨在通过监测雪车运动员完整睡眠过程、睡前的自主神经状态和POMS,评价雪车运动员睡眠质量,并探究睡前自主神经状态和POMS对睡眠质量的具体影响。

1 研究对象及方法

1.1 研究对象

以8名国际健将级雪车运动员为研究对象,处于2021年为期5个月的“滑行训练+比赛”冬训阶段^[16],男性5人,女性3人,其中7人为舵手。本阶段以滑行训练为主,训练3d休息1d,每天训练2次,本研究为单次测试,在1月中旬某个训练周期第一天进行。运动员一般情况见表1。

表1 雪车运动员基本信息(n=8)($\bar{X}\pm SD$)

Table1 The basic information of bobsleigh athletes(n=8)($\bar{X}\pm SD$)

年龄/岁	身高/cm	体重/kg	BMI/(kg·m ²)
24.37±1.92	183.63±5.37	89.25±15.44	26.30±3.21

1.2 测试流程

测试人员提前一天将空气垫式睡眠监测仪安装于运动员日常睡眠的床上,运动员提前适应,并观察当天数据是否正常,无特殊情况第2天开始正式测试。运动员在入睡前15min填写POMS量表,以评价运动员睡前心境状态。在入睡前10min,进行10min心率变异性(Heart Rate Variability, HRV)测试^[17],以监测运动员睡前的POMS。测试结束后要求运动员不进行其他活动,立刻进入准备睡眠状态,开启睡眠监测设备记录睡眠完整过程。第2天早晨离床后(要求运动员睡眠结束后离床)系统自动识别为睡眠监测结束。



1.3 研究方法

1.3.1 睡眠数据监测

使用空气垫式睡眠监测仪(Sleeptek300,北京同荷科技有限公司)作为睡眠数据监测设备(图1)平铺于运动员正背部位置,记录睡眠潜伏期(Sleep Onset Latency, SOL)及进入睡眠状态后的完整过程数据。SOL是指开始准备睡眠到进入睡眠状态的时间。总睡眠时长(Total Sleep Time, TST)是完整的睡眠过程的总时长,睡眠全过程一般有4~6个周期,可分为觉醒期(Awakening Time, AT),快速眼动期(Rapid Eye Movement, REM),非快速眼动期(Non Rapid Eye Movement, NREM)的1、2、3、4期,将NREM期中的1期和2期合并称为浅睡(Light Sleep Time, LST),将3期和4期合并称为深睡(Deep Sleep Time, DST),最终可将每个睡眠周期划分为AT、LST、DST、REM 4个阶段^[18]。不同阶段睡眠时间占比是指睡眠过程所有周期中各阶段总时间占TST的百分比。空气垫式睡眠监测仪基于心率、体动和呼吸波等生理参数,利用多种参数综合评价睡眠情况,数据较为准确。此设备可进行无干扰、无拘束、无负荷的睡眠评价监测,与多导睡眠监测仪等仪器相比,可以平铺在运动员身下,睡眠不会受环境和仪器干扰。

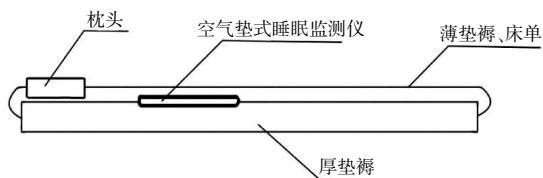


图1 空气垫式睡眠监测仪及安装示意图

Figure1 The air cushion sleep monitor equipment and installation diagram

1.3.2 自主神经系统测试

HRV是评价自主神经活动的重要手段,是用来评估心脏交感神经与副交感神经张力平衡性的较好指标^[19],因此本研究采用HRV评价自主神经系统。在运动员睡前(静卧状态)使用Polar H10心率带和Polar Ignite训练手表,进行10 min HRV测试。HRV测试后得到RR间期(2个QRS波中R波之间的时间)数据,通过Kubios Hrv-standard^[20]软件计算得到代表自主神经系统的相关数据。HRV中反映副交感神经作用活性的指标:副交感神经指数(PNS Index)、RR间期连续差值的均方根(RMSSD)、平均RR间隔(MRR)。反映交感神经作用活性的指标:交感神经指数(SNS Index)、平均心率(MHR)、应激指数(SI)、高频功率(HF)。

1.3.3 POMS测试

采用祝蓓里修订的简式POMS量表^[21],量表包括40个条目,分为紧张值、愤怒值、疲劳值、压抑值、精力值、慌乱值和自尊值7个分量表,采用5级评分(0~4分)。其中紧张值、愤怒值、疲劳值、抑郁值和慌乱值为消极情绪指标,评分越高心境干扰程度越大;精力值和自尊值为积极情绪指标,评分越高心境干扰程度越低。情绪纷乱值代表消极情绪指标,得分值为5个消极情绪指标总和,减去2个积极情绪得分,再加常数(100)。POMS的信度在0.62~0.82之间,是用来研究情绪状态的良好工具。本研究要求运动员选填即刻的POMS,以此代表睡前POMS。

1.4 数据处理

实验结果均保留2位小数,用平均值±标准差($\bar{X} \pm SD$)表示。使用SPSS26.0对睡眠质量与睡前自主神经指标和心境状态之间进行Spearman相关分析,|r|范围在0.40~0.69为中度相关,0.70~0.89高度相关,0.90~1.00极高相关^[19];对雪车运动员POMS与中国健将级运动员常模进行概要T检验,比较两者之间的差异,并将POMS原始分转换为T分数值进行分析。 $P < 0.05$ 具有统计学意义。

2 研究结果

2.1 睡眠状态

雪车运动员冬训备赛期睡眠状态情况见表2,与正常成年人^[22]相比浅睡眠占比过长,深睡眠占比过少,总体睡眠质量不高(表2)。

表2 雪车运动员及正常成年人睡眠状态情况($\bar{X} \pm SD$)
Table2 The sleep state of bobsleigh athletes and normal adults($\bar{X} \pm SD$)

	雪车运动员(n=8)	正常成年人标准
睡眠潜伏期/min	27.50±18.94	<30
睡眠总时长/h	7.95±0.71	7.5~8
浅睡眠时间占比/%	64.20±3.21	47~60
深睡眠时间占比/%	8.55±3.88	13~23
快动眼睡眠时间占比/%	24.59±1.51	20~25
觉醒时间占比/%	2.66±1.61	<5

2.2 自主神经状态

雪车运动员睡前安静状态下,通过反映副交感神经、交感神经和自主神经平衡性指标,以及结合副交感神经指数平均值为负值,交感神经指数平均值为正值,综合判断可知,雪车运动员睡前的自主神经系统中交感神经占主导作用(表3)。

表 3 雪车运动员睡前 HRV (n=8) ($\bar{X}\pm SD$)Table3 The HRV of bobsleigh athletes before sleep(n=8)($\bar{X}\pm SD$)

副交感神经指标				交感神经指标				自主神经平衡性	
PNS Index	RMSSD/ms	MRR/ms	HF/Hz	SNS Index	MHR/(次·分钟 ⁻¹)	SI	LF/Hz	LF/HF	
-0.12±1.09	49.74±25.85	841.25±87.55	0.22±0.08	0.28±1.08	71.88±6.73	8.91±4.32	0.08±0.03	2.40±1.61	

2.3 POMS

优秀雪车运动员与中国健将级运动员 POMS 常模^[21](以下简称为“常模”)相比,雪车运动员的紧张值显著高于常模($P<0.05$),慌乱值、疲劳值和情绪纷乱值极显著高于常模($P<0.01$),愤怒值、抑郁值、精力值和自尊值与常模相比没有显著性差异($P>0.05$)(表 4)。

表 4 雪车运动员与常模的 POMS 原始分的概要 T 检验 ($\bar{X}\pm SD$)

Table4 The T-test summary of the original POMS scores between bobsleigh athletes and norms ($\bar{X}\pm SD$)

诱导分类	优秀雪车运动员原始得分(n=8)	中国健将级运动员常模(n=38)
愤怒值	5.63±3.54	3.50±4.56
慌乱值	5.75±1.28**	2.97±2.61
紧张值	6.63±2.45*	3.84±2.96
抑郁值	4.38±3.74	2.68±3.40
疲劳值	10.00±3.96**	4.71±3.44
精力值	11.13±3.27	12.97±4.52
自尊值	10.00±3.38	9.55±3.40
情绪纷乱值	111.25±13.41**	94.45±13.77

注:*表示与健将级运动员常模相比,差异具有显著性, $P<0.05$;**表示差异具有极显著性, $P<0.01$ 。

由图 2 所示,雪车运动员个人消极情绪 T 分数得分普遍高于积极情绪得分。以上数据提示,雪车运

表 5 睡眠质量与自主神经和 POMS 的 Spearman 相关分析 (n=8)

Table 5 The Spearman correlation analysis of sleep quality, autonomic nerve and POMS(n=8)

	自主神经									心境状态							
	PNS Index	RMSSD	MRR	HF	SNS Index	MHR	SI	LF	LF/HF	愤怒	慌乱	紧张	抑郁	疲劳	精力	自尊	情绪纷乱
TST	0.14	-0.05	0.25	0.21	0.08	-0.25	0.23	-0.46	0.12	0.42	0.44	0.05	0.05	0.71*	-0.12	0.12	0.50
DST%	0.47	0.44	0.41	-0.62	-0.53	-0.46	-0.38	0.40	0.06	0.07	-0.32	-0.22	-0.22	0.11	0.53	0.42	-0.01
LST%	-0.74*	-0.71*	-0.67	0.45	0.77*	0.72*	0.67	-0.30	0.14	0.12	0.16	0.07	-0.07	-0.02	-0.83*	-0.68	0.24
REM%	-0.33	-0.26	-0.26	0.24	0.38	0.32	0.24	-0.60	0.19	0.05	0.57	0.41	0.41	-0.13	-0.36	-0.47	0.02
AT%	0.08	0.02	0.04	0.48	-0.13	-0.05	-0.12	0.73*	-0.61	0.28	-0.82*	-0.53	-0.53	-0.33	0.12	0.21	0.43
SOL	0.00	0.31	-0.12	-0.93**	-0.14	0.11	-0.14	-0.18	0.74*	0.04	0.21	0.18	0.18	0.07	0.08	0.08	0.29

注:*表示差异具有显著性, $P<0.05$;**表示差异具有极显著性, $P<0.01$ 。

如表 6 所示,对自主神经与 POMS 进行相关分析发现,精力值与 PNS Index ($r=0.87, P<0.01$)、

运动员睡前消极情绪较多,情绪纷乱值较高,明显高于常模。

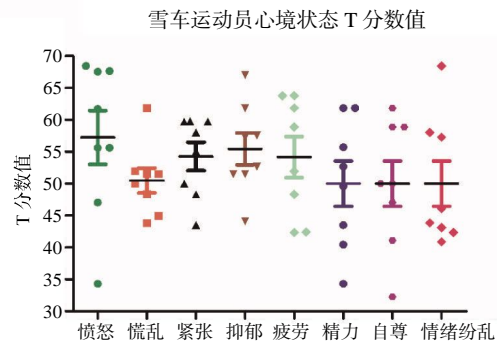


图 2 8 名雪车运动员心境状态 T 分数值

Figure 2 The T-score of bobsleigh athletes' mood state
注:每个情绪对应的散点代表 8 名运动员的 T 分数值。

2.4 睡眠质量与自主神经和 POMS 相关性分析

如表 5 所示,TST 与疲劳值呈高度正相关($r=0.71, P<0.05$)。LST%与 PNS Index ($r=-0.74, P<0.05$)、RMSSD($r=-0.71, P<0.05$)和精力值($r=-0.83, P<0.05$)呈高度负相关,与 SNS Index ($r=0.77, P<0.05$)、MHR($r=0.72, P<0.05$)呈高度正相关。AT%与 LF 呈高度正相关($r=0.73, P<0.05$),与慌乱值呈高度负相关($r=-0.82, P<0.05$)。SOL 与 HF 呈极高度负相关($r=-0.93, P<0.01$),与 LF/HF 呈高度正相关($r=0.74, P<0.05$)。

RMSSD($r=0.83, P<0.05$)、MRR($r=0.83, P<0.05$)呈高度正相关。精力值与 SNS Index ($r=-0.88, P<0.01$)、



SI($r=-0.85, P<0.01$)和 MHR($r=-0.84, P<0.01$)呈高度负相关。情绪纷乱值与 SI 呈高度正相关($r=0.74, P<0.05$)。慌乱值($r=-0.90, P<0.01$)、紧张值($r=-0.82, P<0.05$)和抑郁值($r=-0.82, P<0.05$)与 LF 值呈高

度负相关。这提示,自主神经中交感神经越占主导作用,睡眠状态可能越差,而积极情绪越多的运动员,其副交感神经作用越强,交感神经作用越弱。

表 6 自主神经和 POMS 的 T 分数值 Spearman 相关分析结果(n=8)

Table6 The Spearman correlation analysis results between autonomic nerve and T-score of POMS(n=8)

	反映副交感神经指标				反映交感神经指标				自主神经平衡性
	PNS Index	RMSSD	MRR	HF	SNS Index	MHR	SI	LF	LF/HF
愤怒	-0.21	-0.30	-0.16	0.10	0.36	0.07	0.39	-0.67	-0.18
慌乱	-0.04	-0.01	-0.01	-0.03	0.16	0.01	0.11	-0.90**	0.33
紧张	0.08	0.23	0.06	0.02	0.01	-0.09	-0.11	-0.82*	-0.02
抑郁	0.08	0.23	0.06	0.02	0.01	-0.09	-0.11	-0.82*	-0.02
疲劳	-0.23	-0.30	-0.18	0.06	0.37	0.11	0.42	-0.50	0.00
精力	0.87**	0.83*	0.83*	-0.17	-0.88**	-0.84**	-0.85**	0.23	-0.35
自尊	0.55	0.53	0.52	0.16	-0.47	-0.59	-0.47	-0.02	-0.60
情绪纷乱	-0.64	-0.60	-0.62	-0.17	0.71	0.56	0.74*	-0.60	0.36

注:*表示相关具有显著性, $P<0.05$;**表示相关具有极显著性, $P<0.01$ 。

3 讨论与分析

3.1 冬训备赛期间睡眠质量情况

本研究中,雪车运动员平均睡眠时长 7.95 h,平均 REM% 为 24.59%,平均 AT% 为 2.66%,以上指标都在正常范围内,但睡眠质量存在以下问题:平均 LST% 为 64.20%,时间占比过多,雪车运动员平均 DST% 只有 8.55%,时间占比过少,LST/DST 大约为 7.5:1,远远大于正常的 3:1,二者比例失衡。有研究发现,在 LST 到 DST 的睡眠发展过程中,LST 期间全身肌张力降低,有利于外周疲劳恢复。随着睡眠深度不断加深,DST 状态下副交感神经作用增强,不仅有利于运动员神经中枢和肌肉的恢复,提高机体免疫力,也能促进代谢废物排出^[23]。研究指出在一定范围内 DST% 越大说明睡眠质量越好,而本研究中雪车运动员 DST% 远低于正常值,这不利于运动员在睡眠过程中进行机能恢复^[24]。一般认为 SOL 越低证明睡眠质量越好,而研究发现雪车运动员平均 SOL 为 27.5 min,部分运动员甚至接近 1 h,这表示雪车运动员存在入睡困难。

本研究发现优秀雪车运动员与正常成年人相比,雪车运动员存在睡眠潜伏期过长、浅睡眠占比过长、深睡眠占比过少的情况,这表明雪车运动员存在入睡困难、浅睡眠时间过长、深度睡眠不足和深浅睡眠比例严重失衡等问题。根据先前研究,推测存在的睡眠质量问题与自主神经系统和 POMS 密切相关。

3.2 睡前自主神经系统对睡眠质量的影响

优秀雪车运动员自主神经的各项指标都在正常范围内,从自主神经系统整体来看,雪车运动员的 PNS Index 平均值为负值,SNS Index 平均值为正值,综合判断雪车运动员在经过大强度训练后,睡前安静状态下交感神经系统占主导优势。

健康成年人 PNS Index 和 SNS Index 正常范围在 -1~1 (指数正值代表此神经系统作用占主导),RMSSD 正常范围在 19~75 ms,MRR 正常范围在 785~1 160 ms,LF/HF 正常范围在 1.1~11.6 之间,LF 的正常范围在 0.04~0.15 Hz,HF 的正常范围在 0.15~0.4 Hz^[25]。LF 同时受交感神经和副交感神经双重支配,LF 越低代表副交感神经作用越强,LF 越高代表交感神经作用增强,而 HF 越高副交感神经作用越强。LF/HF 反映了交感与副交感张力的平衡性,其值越大代表交感神经作用越占优势^[26]。SI 的值正常范围在 7.07~12.24,且在一定范围内 SI 越低越好^[27-28]。雪车运动员睡前安静状态 MHR 为 71.88 次/分钟,与 2014 年国民体质监测报告(20~24 岁男性安静 MHR 为 78.3 次/分钟,20~24 岁女性安静 MHR 为 79.5 次/分钟)相比较低。我国其他冬季项目部分运动员安静状态 MHR 为 60 次/分钟^[29],雪车运动员安静状态下 MHR 相对高于其他冬季项目运动员。出现以上情况的原因可能为虽然雪车运动员长期系统训练会出现一定程度的心动过缓,比其他同龄人和训练水平较低的运动员安静状态下的 MHR 低,



但是本次睡前 HRV 测试与训练计划中运动员第 2 次滑行训练结束时间较为接近,推测是因为在高强度训练后,短时间内运动员的心率和血压尚未恢复,睡前心率水平仍会维持在较高水平^[30]。同时自主神经状态与情绪相关分析结果提示,睡前自主神经状态与情绪状态也存在一定的相关。

本研究结果表明,睡前交感神经占主导作用的雪车运动员浅睡眠占比可能更多,睡眠潜伏期和觉醒时间可能更长,睡前副交感神经占主导作用的雪车运动员浅睡眠占比可能更少,睡眠潜伏期可能更短。有研究发现随着睡眠进行,自主神经系统是交感神经不断减弱,副交感神经不断增强,慢慢占据神经系统主导地位的过程^[31],这种变化可能是睡前交感神经占主导优势影响睡眠质量的原因。在正常休息状态时,人体的副交感神经作用应该占主导^[11],而雪车运动员睡前交感神经占主导作用,这可能是导致运动员出现 SOL 较长,入睡困难的原因^[9]。雪车运动员睡前交感神经占主导作用与存在的睡眠质量问题有密切联系,提示在睡前应提前降低交感神经的兴奋性。建议对雪车运动员的日常训练方案及时调整,避免训练结束过晚造成的雪车运动员睡前交感神经系统兴奋性过高。此外有研究发现,使用 HRV 反馈训练可以降低 LF/HF,同时有调整 POMS 的作用^[32]。通过使用此训练方式,可降低交感神经敏感性,使个体的交感神经和副交感神经达到动态平衡,从而帮助运动员在睡前调整自主神经状态。根据实验结果,建议雪车运动员可在睡前进行短时的 HRV 反馈训练,可能会减少 SOL、AT% 和 LST%,增加 DST%,同时改善 POMS 的作用。

3.3 睡前 POMS 对睡眠质量的影响

从优秀雪车队员与中常模对比发现,雪车运动员现阶段备赛的消极情绪如慌乱值、疲劳值和情绪纷乱值显著高于常模($P < 0.01$),平均值分别为常模的 1.93、2.12、1.18 倍。紧张值显著高于常模($P < 0.05$),平均值为常模的 1.64 倍,这与雪车运动项目特征有很大关系,因为雪车属于高风险运动项目,运动员也处于冬训备赛阶段,面对高强度的训练和即将到来的比赛缺乏阅历和经验,要时刻保持高度清醒和专注才能避免危险事故的发生,所以在紧张辛苦的备赛过程中,比其他健将级运动员紧张、慌乱、疲劳且情绪更加纷乱属于正常情况。但雪车运动员积极情绪(精力值和自尊值)和部分消极情绪(愤怒值和抑郁值)与常模相比没有显著差异($P > 0.05$),这也提示虽然雪车运动员在备赛过程中感觉身心较为疲

惫,但是运动员内心充满斗志且自尊心强,有长期备战的决心和信心。运动员以上心理状态属于现阶段高强度备赛过程的正常情况,应将心理技能训练的手段贯穿于日常的运动训练之中,把心理调节的手段运用在运动员的比赛中,对运动员出现的心理问题既要能进行初步诊断,也要能进行及时解决^[33]。

从睡眠质量与 POMS 之间的相关分析发现,LST% 与精力值呈高度负相关,说明当运动员精力值越多时 LST% 可能越少,这提示白天的积极情绪积累可能会帮助运动员减少 LST%,提高睡眠质量。运动员 AT% 与慌乱值呈高度负相关,提示白天的慌乱情绪更多的运动员夜晚觉醒次数和时间可能更少,说明雪车运动员的慌乱情绪可能不会对睡眠质量产生影响,反而慌乱心理状态可能会减少运动员夜间觉醒次数和时间,曾有研究也发现睡眠的缺失会导致 POMS 中的负向情绪的增加^[34],具体原因还需要进一步研究。TST 与疲劳值呈正相关,这说明当运动员疲劳感更强烈时,可能会拥有更长的睡眠时间。有研究发现过多的消极情绪会延长运动员的 SOL,影响睡眠质量^[35]。虽然雪车运动员也确实存在 SOL 过长的的问题,但是本研究并没有发现雪车运动员过多消极情绪与 SOL 过长有显著关系。

有研究证实当机体处于副交感神经占主导作用越多,情绪状态越佳^[36-37],本研究通过自主神经与 POMS 相关分析发现,雪车运动员睡前副交感神经主导作用更多的运动员精力值可能更多,交感神经占主导作用时运动员精力值更少,而精力值与浅睡眠时间过少问题呈高度负相关,代表交感神经的 LF 与慌乱、紧张和抑郁等情绪呈高度负相关,这提示睡前副交感神经占主导作用时睡眠质量可能更高。值得注意的是,研究结果提示慌乱值与睡眠中觉醒时间占比呈高度负相关,这提示运动员的负向情绪可能对睡眠过程中的觉醒时间占比没有消极影响,甚至能产生积极影响。雪车运动员睡前交感神经占主导作用时,积极情绪(精力值)可能更少,睡眠质量可能更差,而睡前副交感神经作用更强时,其积极情绪可能更多,睡眠质量可能更好。

一般认为,消极情绪^[35,38]和大负荷训练会导致高水平运动员交感神经系统过度兴奋^[9],这两种情况的发生会导致人体难以进入睡眠状态,从而延长 SOL,影响睡眠质量^[39]。本研究发现,雪车运动员睡前交感神经占主导作用,与存在的睡眠质量问题存在显著关系。同时也发现,雪车运动员存在的消极情绪问题对睡眠质量可能有一定的影响,积极情绪也能帮助改善浅睡眠占比过多的问题。



综上所述,雪车运动员睡前交感神经占主导作用、消极情绪过多,可能是影响雪车运动员睡眠质量的主要因素,三者之间的因果关系需要进一步研究确定,但值得肯定的是,这2种情况都不利于雪车运动员睡眠过程中机体的恢复。虽然本研究局限于雪车运动员,但是对于夜间进行大强度锻炼的大众人群及专业运动队都有重要的借鉴意义。这种监测和评价的方式既可以作为预测夜间睡眠恢复的简易手段,也可以作为干预方式选择的参考依据。有研究提出进行不大于60 min,带有REM期的短时间午休睡眠,不仅可以帮助运动员提高反应能力和机体动员能力^[30],且能够帮助提高夜间睡眠质量^[40]和消除消极情绪^[41],因为REM期神经元的发育和神经系统的恢复加快,有利于运动员更好地控制神经肌肉,完成更高难度、更精细的训练动作^[42],并且可以促进个体出现积极情绪、减少消极情绪^[44,43]。所以本研究建议,需要长期在夜间进行大强度训练的人群,除了调整训练方案,并对其进行心理疏导和心理训练外,还应该进行适宜的高效午睡,以此促进消极情绪的消除,帮助机体更好恢复。

4 结论及建议

4.1 结论

冬训备赛期间雪车运动员与正常成年人相比,睡眠质量存在SOL过长、浅睡眠占比过多和深睡眠占比过少等问题。当睡前交感神经作用占主导优势、消极情绪越多和积极情绪越少时,雪车运动员的睡眠质量可能更差。

4.2 建议

建议使用HRV测试在睡前对自主神经系统进行评价及预测睡眠质量。通过HRV反馈训练调整睡前自主神经系统平衡,即降低睡前交感神经兴奋性,同时进行心理疏导和心理训练,从而改善睡眠质量。

参考文献:

[1] ROUX F, D'AMBROSIO C, MOHSENIN V. Sleep-related breathing disorders and cardiovascular disease[J]. *The American Journal of Medicine*, 2000, 108(5):396-402.

[2] 陆姣姣,邱俊.运动员睡眠评价方法的应用研究进展[J].*体育科研*,2020,41(5):83-92.

[3] 齐华,周越.利用心率变异指标评价运动员睡眠质量[J].*中国体育科技*,2009,45(6):83-86.

[4] 李钊,李庆.雪车、雪橇项目特征分析[J].*体育科学*,

2019,39(3):81-87.

[5] PURWANDINI SUTARTO A, ABDUL WAHAB M N, MAT ZIN N. Resonant breathing biofeedback training for stress reduction among manufacturing operators[J]. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 2012, 18(4):549-561.

[6] FAES L, MARINAZZO D, STRAMAGLIA S, et al. Predictability decomposition detects the impairment of brain-heart dynamical networks during sleep disorders and their recovery with treatment[J]. *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*, 2016, 374(2067):20150177.

[7] 徐文泉,王智,冯玲.磁力床垫对中长跑运动员心境状态和睡眠质量的影响[J].*体育科研*,2012,33(5):78-82.

[8] SHINAR Z, AKSELROD S, DAGAN Y, et al. Autonomic changes during wake-sleep transition: A heart rate variability based approach[J]. *Autonomic Neuroscience*, 2006, 130(1/2):17-27.

[9] IELLAMO F, LEGRAMANTE JM, PIGOZZI F, et al. Conversion from vagal to sympathetic predominance with strenuous training in high-performance world class athletes[J]. *Circulation*, 2002, 105(23):2719-2724.

[10] BONSIGNORE M R, PARATI G, INSALACO G, et al. Continuous positive airway pressure treatment improves baroreflex control of heart rate during sleep in severe obstructive sleep apnea syndrome[J]. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2002, 166(3):279-286.

[11] WANG S M, YEON B, HWANG S, et al. Threat-induced autonomic dysregulation in panic disorder evidenced by heart rate variability measures[J]. *General Hospital Psychiatry*, 2013, 35(5):497-501.

[12] AHS F, SOLLERS III J J, FURMARK T, et al. High-frequency heart rate variability and cortico-striatal activity in men and women with social phobia[J]. *NeuroImage*, 2009, 47(3):815-820.

[13] DI SIMPLICIO M, COSTOLONI G, WESTERN D, et al. Decreased heart rate variability during emotion regulation in subjects at risk for psychopathology[J]. *Psychological Medicine*, 2012, 42(8):1775-1783.

[14] WIESNER C D, PULST J, KRAUSE F, et al. The effect of selective REM-sleep deprivation on the consolidation and affective evaluation of emotional memories[J]. *Neurobiology of Learning and Memory*, 2015, 122:131-141.

[15] KAYSER M S, MAINWARING B, YUE Z, et al. Sleep deprivation suppresses aggression in *Drosophila*[J]. *eLife*, 2015, 4: e07643.

[16] 高瞻,封文平,吴迎.雪车运动员赛季伤病特点研究[J].



- 中国体育科技,2020,56(12):56-64.
- [17] ALTIMIRAS J. Understanding autonomic sympathovagal balance from short-term heart rate variations. Are we analyzing noise? [J]. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A, Molecular & Integrative Physiology*, 1999, 124(4):447-460.
- [18] ASERINSKY E, KLEITMAN N. Regularly occurring periods of eye motility, and concomitant phenomena, during sleep1[J]. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 2003, 15(4):454-455.
- [19] OSKOOEI A, CHAU S M, WEISS J, et al. DeStress: Deep Learning for Unsupervised Identification of Mental Stress in Firefighters from Heart-Rate Variability (HRV) Data[J]. *Explainable AI in Healthcare and Medicine*, 2021:93-105.
- [20] KUBIOS. Kubios HRV standard[EB/OL].[2021-02-10]. <https://www.kubios.com/hrv-standard>.
- [21] 祝蓓里.POMS 量表及简式中国常模简介[J].天津体育学院学报,1995,10(1):35-37.
- [22] PAUL R C, RICHARD B B, JAMES D G.临床睡眠疾病[M].北京:人民卫生出版社,2011.
- [23] SIEGEL J M. Clues to the functions of mammalian sleep [J]. *Nature*, 2005, 437(7063):1264-1271.
- [24] Berry R B, Brooks R, Gamaldo C E, et al. The AASM manual for the scoring of sleep and associated events[J]. *American Academy of Sleep Medicine*, 2012, 176: 2012.
- [25] NUNAN D, SANDERCOCK G R, BRODIE D A. A quantitative systematic review of normal values for short-term heart rate variability in healthy adults[J]. *Pacing and Clinical Electrophysiology*, 2010, 33(11):1407-1417.
- [26] 彭婉晴,罗伟,周仁来.工作记忆刷新训练改善抑郁倾向大学生情绪调节能力的 HRV 证据[J].心理学报, 2019,51(6):648-661.
- [27] MCEWEN B S, WINGFIELD J C. The concept of allostasis in biology and biomedicine[J]. *Hormones and Behavior*, 2003, 43(1):2-15.
- [28] BISSCHOFF C A, COETZEE B, ESCO M R. Heart rate variability and recovery as predictors of elite, African, male badminton players' performance levels[J]. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2018, 18(1):1-16.
- [29] 张元锋,李伟.中国冬季项目运动员心率现状的研究[J].哈尔滨体育学院学报,2008,26(6):112-114.
- [30] 周越,闫林,王德刚,等.不同时长午睡对运动员机能的影响[J].中国体育科技,2011,47(2):110-113.
- [31] 江丽仪,吴效明.睡眠时相与心率变异性的关系研究[J].生物医学工程学杂志,2011,28(1):148-152.
- [32] 陈永强.生物反馈训练对射击运动员 HRV、POMS 和竞赛成绩的影响[D].上海:上海交通大学,2018.
- [33] 沈鹤军.优秀运动员心理干预的实证研究[J].南京体育学院学报(社会科学版),2011,25(6):120-124.
- [34] DINGES D F, PACK F, WILLIAMS K, et al. Cumulative sleepiness, mood disturbance, and psychomotor vigilance performance decrements during a week of sleep restricted to 4-5 hours per night[J]. *Sleep*, 1997, 20(4):267-277.
- [35] THEADOM A, CROPLEY M. Dysfunctional beliefs, stress and sleep disturbance in fibromyalgia[J]. *Sleep Medicine*, 2008, 9(4): 376-381.
- [36] THAYER J F, AHS F, FREDRIKSON M, et al. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: Implications for heart rate variability as a marker of stress and health[J]. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 2012, 36(2):747-756.
- [37] KOENIG J, KEMP A H, BEAUCHAINE T P, et al. Depression and resting state heart rate variability in children and adolescents—A systematic review and meta-analysis [J]. *Clinical Psychology Review*, 2016, 46:136-150.
- [38] HARVEY A G. A cognitive model of insomnia[J]. *Behaviour Research and Therapy*, 2002, 40(8):869-893.
- [39] BUCKLEY T M, SCHATZBERG A F. On the interactions of the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis and sleep: Normal HPA axis activity and circadian rhythm, exemplary sleep disorders[J]. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 2005, 90(5):3106-3114.
- [40] 廖鹏,郝雯,隋永浩,等.午睡时长对运动员夜间睡眠质量的影响[J].天津体育学院学报,2018,33(3):224-229.
- [41] GUJAR N, MCDONALD S A, NISHIDA M, et al. A role for REM sleep in recalibrating the sensitivity of the human brain to specific emotions[J]. *Cerebral Cortex*, 2010, 21(1):115-123.
- [42] NISHIDA M, PEARSALL J, BUCKNER R L, et al. REM sleep, prefrontal theta, and the consolidation of human emotional memory[J]. *Cerebral Cortex*, 2008, 19(5): 1158-1166.
- [43] VANDEKERCKHOVE M, CLUYDTS R. The emotional brain and sleep: An intimate relationship[J]. *Sleep Medicine Reviews*, 2010, 14(4):219-226.

(责任编辑:刘畅)