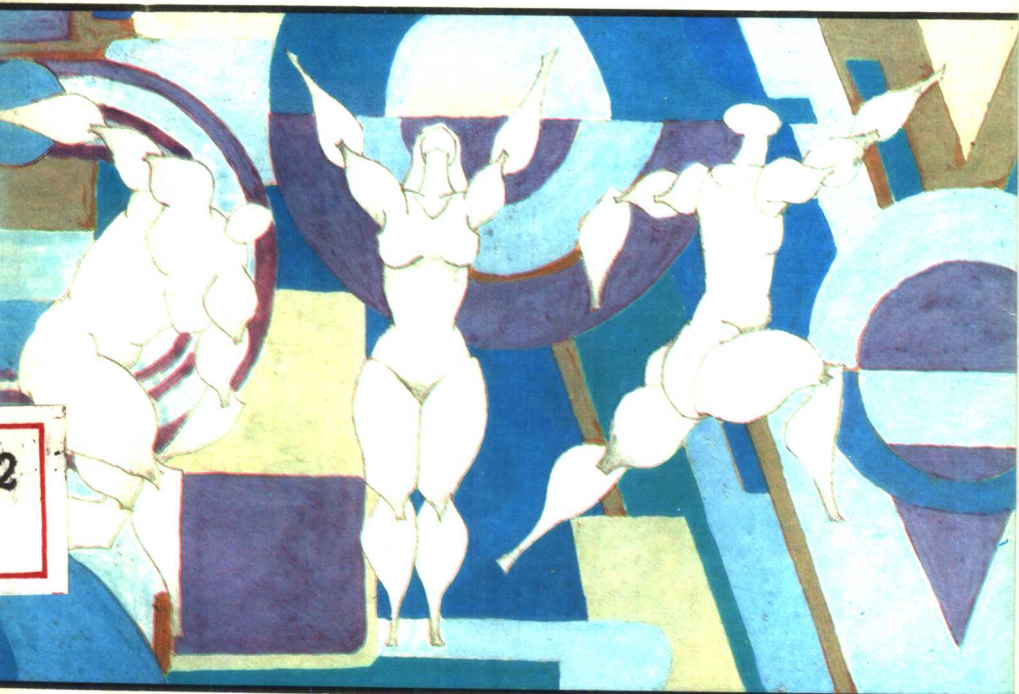


EXERCISE CHRONOBIOLOGY

运动时间生物学

孙学川

现代体育科学丛书



四川教育出版社

EXERCISE
CHRONOBIOLOGY

运动时间生物学

1999

现代体育科学丛书



中国体育出版社

运动时间生物学

现代体育科学丛书

孙学川

一九九三年·成都



(川)新登字005号

责任编辑：刘宗训

封面设计：何一兵

版面设计：刘丹

现代体育科学丛书

运动时间生物学

孙学川 著

四川教育出版社出版

(成都盐道街三号)

四川教育出版社发行

内江新华印刷厂印刷

开本850×1168毫米 1/32 印张10.25 插页5 字数233千

1993年12月第一版

1993年12月第一次印刷

印数：1—2000册

ISBN7—5408—2324—0/G·2243

定价：6.45元

现代体育科学丛书

顾问：李梦华 黄 中

张彩珍 康振黄

主编：胡晓风 周西宽

编委：（以姓氏笔画为序）

马启伟 文 超

王汝英 邓宗琦

白春育 张 岩

李宗述 李季芳

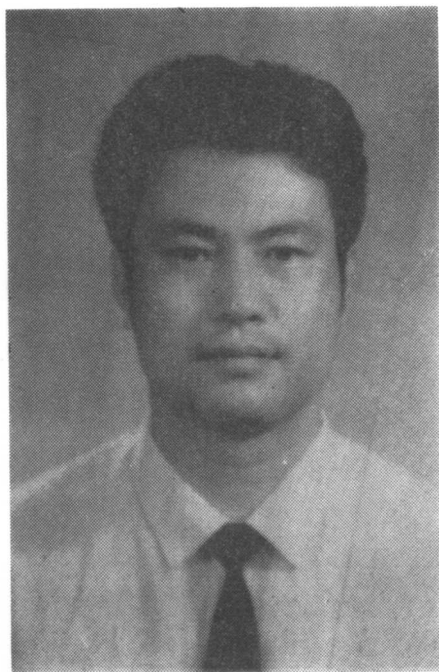
杨俊卿 肖捷明

陈安槐 陈明达

陈保明 钟添发

轲 犁 谢琼桓

董连璧 熊斗寅



作者近影

299314

出版说明

四十多年来，我国的体育事业飞速发展，在实践中取得了引人瞩目的辉煌成就。与之相比，理论研究工作却显得薄弱。我们有几百个世界冠军，但没有一套反映现代体育科学成就的书籍。

为此，四川省体育科学学会、成都体育学院、四川教育出版社在全国范围内组织编撰并出版了这套《现代体育科学丛书》。这些专著吸收和反映了近年来体育科学研究的新成果，特别侧重于以前研究得很不够的体育交叉学科及社会科学方面。我们相信，广大的体育工作者是会喜欢读这些文笔流畅、内容新颖的科学理论书籍的。

现代体育的发展，同科学技术的进步密切相关。我国要实现在本世纪末成为世界体育强国的宏伟目标，发展体育科学是关键。我们期望这套丛书能在加强体育与科学的联系，总结和交流现代体育科学的研究成果方面发挥重要作用，推动我国体育事业更快更好地发展。

序

弗兰斯·哈尔贝格

从严格的意义上讲，运动时间生物学和预防医学领域所集中研究的、决定机体对同等运动负荷在不同时刻和不同时间结构阶段所引起的不同反应的机制，是一个时间规律的问题。时间规律(Chronome)是一个混成词，如同“基因染色体”(genome)来自‘gene’(基因)和‘chromosome’(染色体)一样，它来自‘chronos’(时间)和‘nomos’(规律)的词根部分。多频节律的频率结构和趋势特性使每个节律系统的变量也具有自己的特点，包括那些对运动员来讲都十分有益的指标体系。时间规律与体育运动在两个方面相溶合：一方面是机体对时间依赖性(chronome-dependent)运动的反应，比如当人体在不同时刻运动时，心率和收缩压升高，而舒张压降低的机能反应就有很大的差别；另一方面，运动还以不同的频率对生物节律的频谱产生影响，且这种频谱又具有年龄特征。运动对节律的影响和该影响对年龄的依赖，二者确实

不可分割，即使在生命的脆弱两极——初生儿和年老体衰时期，这种规律亦很明显。

从最佳体能状态的时间观点出发，运动时间生物学有她独到之处。该学科的命题，不仅对于体育界来讲是贴切的，而且对于预防和医疗健康事业，也是必不可少的。纵观诸如血压、心率等变量的时间规律，问题已不在于有无了，而在于婴儿应如何及早地确定在多大程度上、以及在什么时候开始体育锻炼。胎儿在子宫的羊水中“游泳”，但幼儿在子宫外也“游泳”吗？在研究有关生命的脆弱两极的择时练习时，应考虑到时间规律由于年龄因素而有很大的差异。例如，婴幼儿体内的近似周(七日)节律和近似半周节律成分就远比其近似昼夜节律明显得多。本书虽未涉及如此较广的时间规律，但也许下一本书就有了。每一个学科和领域都得有一个开端，对儿童、青年以及成人的近似昼夜节律的研究就是一个很好的开始。在此《运动时间生物学》一书中，包含了许多重要的题目；因此，该书对于它的读者来讲，会有广泛的用途。此书在中国的发行，使许多人从事这方面研究，从而为世界的其它地方创立了一个模式。这个说法是恰当的，因为这本书诞生于中国成都；而正是在中国的这片土地上，当年马可·波罗发现她既拥有灿烂的文化 and 辉煌的历史，体育也是这种文化和历史不可分割的部分。

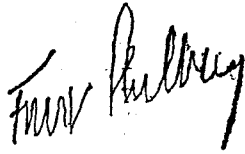
根据我们的最小二乘法节律测量研究揭示，心

血管机能对运动的反应表现出近似昼夜节律。4名健康受试者(年龄22至31岁),在每天的觉醒期中,每3小时进行一次15分钟的蹬功率自行车运动,研究历时一个多月。受试者以定量负荷运动,第1—3分钟为小负荷以作准备活动,以后每3分钟增加一次负荷直至达到最大心率的85%的目标;最后进行3分钟的无负荷减速踏车。在运动的每3分钟末测血压和心率。4名受试者还每天自测6次诸如血压、心率、口腔温度和握力等生理指标;并自测试其随机加法、时间估计、以及敲击数目等技能能力。其中,有2名受试者在每次运动之后,还摄入了等热量食物,以求进一步的标准化。运动中的心率和血压被转换为反应曲线的面积。心血管反应数据和原始自测数据均用单余弦图技术分析处理,该技术可作为生物时间序列截取,应用于时间序列的各部分和全序列的分析处理。用线性最小二乘法节律测量方法可使预测性的定量评价在一般膳食的条件下,个体和群体两者的心血管机能对运动的反应成为可能。运动的最佳化应是因人、因所在条件而宜。

研究运动也是有趣的。G.科尼利森和我曾研究过打网球对血压变化的影响,发现存在近似昼夜节律。凡是经过良好运动训练的人,也可能有自我训练以发现自己的最佳运动时间的能力。这一点对于某些病人来讲尤为重要,当运动使收缩压和心率升高,舒张压降低时,他们可调整练习的强度,或

改变活动的形式，或选择最佳时刻进行锻炼。

对于不同的时间规律阶段研究尚需要作很多的工作，我希望通过这本书能进一步了解中国在这一领域所作的大量工作。成都曾因薛振南、宋开源、吴今义等人的工作而构成了中国时间生物学引力中心城市，现在孙学川教授的研究，又为这个“城市”拓展了一维崭新的空间。运动时间生物学不仅有利于优秀运动员，其重要意义还在于，它至少为我们每一个人提供了一条如何使自己的工作达到最佳化状态的途径。



1993年10月18日

于美国

目 录

| | |
|--|--------|
| 一、概论 | (1) |
| (一) 运动时间生物学的概念、性质、任务以及与其它学科的关系 | (2) |
| 1. 概念 2. 性质 3. 研究对象和任务 4. 与其它学科的关系 | |
| (二) 运动时间生物学的研究和发展概况 | (4) |
| 1. 中国运动时间生物学的研究状况 2. 国外运动时间生物学研究状况 3. 运动时间生物学的发展前景 | |
| (三) 科学的生物节律观 | (9) |
| 1. 生物节律的遗传性 2. 生物节律的可塑性 3. 生物节律的复杂性 4. 生物节律与生物“自稳态”的一致性 | |
| 5. 生物节律的学说 | |
| 二、生物时间结构 | (14) |
| (一) 生物时间结构的基本成分 | (14) |
| 1. 节律周期 2. 中值 3. 振幅 4. 峰值时相 | |
| 5. 谷值时相与谷值 6. 峰值 | |
| (二) 生物时间结构的分类 | (18) |
| 1. 近似昼夜节律 2. 超日节律 3. 亚日节律 | |
| (三) 生物时间结构的特性 | (19) |
| 1. 自由运转节律 2. 导引 3. 授时因子 | |
| (四) 生物节律中枢 | (39) |

| | |
|--------------------|-----------------|
| 1. 起搏器的定位 | 2. 视交叉上核的结构 |
| 3. 视交叉上核的起搏器功能 | |
| 三、生物节律机制 | (41) |
| (一) 整体节律机制 | (44) |
| 1. 单振荡器系统学说 | 2. 多振荡器系统学说 |
| (二) 细胞分子基因水平的节律机制 | (55) |
| 1. 细胞节律的结构模型 | 2. 细胞节律的运转机制-膜模 |
| (型 | 3. 分子基因水平的节律机制 |
| 四、运动时间生物学研究方法 | (60) |
| (一) 研究方法分类 | (60) |
| 1. 生物体的节律性研究 | 2. 节律调整的研究 |
| 3. 方法学研究 | 4. 基础理论研究 |
| 5. 应用性分支学科研究 | |
| (二) 实验材料 | (62) |
| 1. 实验材料的类别 | 2. 昼型和夜型 |
| 3. 早型和晚型 | |
| (三) 实验技术 | (64) |
| 1. 隔离技术 | 2. 模拟时差技术 |
| 3. 光脉冲刺激技术 | |
| 4. 择时运动技术 | 5. 生物技术 |
| (四) 实验仪器 | (69) |
| 1. 外测(非植入)式装置 | 2. 植入式装置 |
| (五) 数据摘取 | (71) |
| 1. 连续采样 | 2. 长时间采样 |
| 3. 同步采样 | 4. 等距 |
| 和非等距采样 | 5. 应激和非应激状态采样 |
| (六) 实验数据的分析处理及表示方法 | (74) |
| 1. 宏观分析方法 | 2. 微观分析方法 |
| 五、体温生物节律 | (90) |
| (一) 体温的测量 | (90) |
| 1. 测量体温的仪器 | 2. 体温的测量 |
| (二) 体温节律 | (95) |

| | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1. 自由运转节律 | 2. 近似昼夜节律 | 3. 近似月节律 |
| 4. 近似年节律 | | |
| (三) 体温节律与某些节律的关系 | (98) | |
| 1. 体温节律与某些激素节律的关系 | 2. 体温节律与某些生理机能节律的关系 | 3. 体温节律与某些心理活动节律的关系 |
| (四) 体温节律的应用 | (105) | |
| 1. 标志节律 | 2. 适宜运动量的监控 | 3. 准备活动标准化 |
| 4. 蒸气浴减体重的最佳时刻 | | |
| 六、血液系统的生物节律 | (113) | |
| (一) 血细胞的近似昼夜节律 | (113) | |
| 1. 白细胞(WBC)的节律 | 2. 红细胞(RBC)的节律 | |
| 3. 血细胞节律的应用 | | |
| (二) 血清蛋白和酶类的昼夜变化 | (117) | |
| 1. 血清蛋白的昼夜变化 | 2. 血清酶类的昼夜变化 | |
| (三) 血清脂代谢和电解质成分的节律 | (118) | |
| 1. 血清脂代谢成分的节律 | 2. 血清电解质成分的节律 | |
| (四) 血液其它成分的节律 | (120) | |
| (五) 血液某些成分的近似年节律 | (122) | |
| 七、心血管系统的节律 | (123) | |
| (一) 动脉血压的时间生物学特征 | (124) | |
| 1. 血压的节律性 | 2. 便携式血压测定技术的发展 | |
| 3. 高血压的诊断 | 4. 青春性高血压 | |
| (二) 心脏机能的节律 | (129) | |
| 1. 心脏机能的超日节律 | 2. 心脏机能的近似昼夜节律 | |
| 3. 运动员心脏机能近似昼夜节律的建模 | 4. 心血管机能亚日节律的应用 | |
| 八、呼吸系统的节律 | (140) | |

| | |
|---|-------|
| (一) 呼吸运动的超日节律····· | (140) |
| 1. 呼吸节律中枢 2. 呼吸节律的形成机制 3. 影响呼吸起日节律的因素 | |
| (二) 呼吸的近似昼夜节律····· | (145) |
| 1. 呼吸频率和血气分压 2. 肺通气功能 3. 吸氧量 | |
| (三) 实验性动物的代谢节律····· | (148) |
| 1. 研究方法及指标 2. 代谢节律及计算 | |
| (四) 不同时刻运动的心肺机能反应····· | (150) |
| 1. 小强度运动 2. 大强度运动 | |
| 九、肾脏功能的生物节律····· | (153) |
| (一) 尿液理化特性的近似昼夜节律及其应用····· | (154) |
| 1. 尿液理化特性的节律性 2. 尿生成量节律与运动员脱水降体重 | |
| (二) 尿液有形成分的近似昼夜节律及其应用····· | (156) |
| 1. 非蛋白含氮成分的节律 2. 尿蛋白的近似昼夜节律 | |
| 3. 尿蛋白节律与运动量监测 | |
| (三) 尿液中激素和神经递质含量的近似昼夜节律及其应用····· | (161) |
| 1. 神经递质含量的节律 2. 激素含量的节律 3. 尿可的松节律与运动量监测 | |
| (四) 尿液中无机物成分含量的近似昼夜节律····· | (164) |
| 1. 主要电解质排泄量的昼夜变化 2. 微量元素排泄量的昼夜变化 | |
| (五) 尿液成分的亚日节律····· | (172) |
| 1. 部分尿液成分的近似周节律 2. 部分尿液成分的近似年节律 | |
| 十、内分泌系统的生物节律····· | (174) |
| (一) 概述····· | (174) |
| 1. 内分泌学的研究方法 2. 激素的生理作用 3. 激素 | |

| | |
|--------------------------------|-------|
| 代谢的时间因素 | |
| (二) 肾上腺皮质激素系统的昼夜节律 | (178) |
| 1. 皮质醇的近似昼夜节律 | |
| 2. 激素节律的生理学基础 | |
| 3. 激素节律的内源性成分 | |
| 4. 激素节律的外源性成分 | |
| (三) 生长素的近似昼夜节律 | (186) |
| 1. 生长素的昼夜节律 | |
| 2. 生长素节律的外源性成分 | |
| 3. 生长素节律的内源性成分 | |
| (四) 垂体-性腺轴激素的生物节律 | (189) |
| 1. 女性 | |
| 2. 男性 | |
| (五) 其它激素 | (193) |
| 1. 催乳素 | |
| 2. 促甲状腺素和甲状腺素 | |
| 3. 褪黑激素 | |
| (六) 运动对激素浓度的影响 | (196) |
| 1. 睾酮和黄体生成素 | |
| 2. 生长素和皮质醇 | |
| 3. 甲状腺素和催乳素 | |
| (七) 运动性应激和兴奋组合 | (199) |
| 1. 运动性应激 | |
| 2. 兴奋组合 | |
| (八) 激素节律与运动员选材 | (209) |
| 1. 激素节律特征与选材指标 | |
| 2. 激素节律选材 | |
| 十一、中枢神经系统的生物节律 | (214) |
| (一) 脑电活动的生物节律 | (214) |
| 1. 脑电波的分类和频谱 | |
| 2. 脑电波节律性的产生机制 | |
| (二) 睡眠与觉醒的生物节律 | (217) |
| 1. 睡眠的时相和阶段 | |
| 2. 睡眠节律的生理意义 | |
| 3. 睡眠-觉醒机制和节律的形成 | |
| 4. 睡眠与运动机能的恢复 | |
| (三) 中枢神经递质的近似昼夜节律 | (221) |
| 1. 兴奋性神经递质 | |
| 2. 抑制性神经递质 | |
| (四) 不同时刻训练对中枢神经递质的节律及量变的影响 | (225) |
| 1. 不同时刻训练对脑中NE, 5-HT和5-HIAA节律性 | |

和含量的影响 2.不同时刻运动训练对中枢多巴胺
(DA)含量的影响

十二、运动员体能的生物节律…………… (232)

(一) 体能的研究概况和面临的问题…………… (232)

1. 体能的研究概况 2. 体能评定面临的问题

(二) 体能的分类和评定原理…………… (236)

1. 体能的分类 2. 体能的评定原理

(三) 人体体能评定数模法…………… (238)

1. 原理 2. 体能测试及评定方法 3. 人体体能评定数
模法的特点 4. 使用“数模法”的注意事项

(四) 运动员体能的近似昼夜节律…………… (252)

1. 体能的近似昼夜节律 2. 体能节律与其它节律的关系

十三、择时训练法…………… (254)

(一) 正性择时训练法…………… (255)

1. 正性择时训练法的时间生物学基础 2. 训练原则

(二) 负性择时训练法…………… (258)

1. 负性择时训练法的时间生物学基础 2. 原则和注意事
项

(三) 综合择时训练法…………… (260)

十四、运动员的生物节律调整…………… (261)

(一) 节律调整的原理…………… (261)

1. 调整的原理 2. 调整的方向和跨度 3. 调整的外部
条件

(二) 节律调整的标志…………… (266)

1. 外标志 2. 内标志

(三) 运动员昼夜节律类型的测评…………… (268)

1. 运动员昼夜类型的分型 2. 运动员昼夜类型的测评

(四) 体能节律的调整…………… (273)