

• 调查报告 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2019.20.026

国际运动领域关于心率变异性研究的知识基础与热点*

刘国荣¹, 沈 惠², 王 兴^{3△}

(1. 上海立信会计金融学院, 上海 201620; 2. 马鞍山学院, 安徽马鞍山 243100;

3. 上海体育学院体育教育训练学院, 上海 200438)

[摘要] **目的** 探讨当前国际运动领域关于心率变异性研究的知识基础及热点。**方法** 利用计算机检索 WOS 数据库中 2007—2016 年心率变异性在运动领域相关文献 580 篇, 运用 Citespace 可视化软件绘制图谱分析近 10 年发文量、研究国家和机构分布、高被引文献及高频关键词。**结果** 2007—2016 年心率变异性在运动领域发文量呈波动上升趋势; 巴西、美国、法国是该领域研究的中坚力量, 研究机构以大学为主, 高产机构间集聚性相对不够; 该研究领域的知识基础主要源于巴西、美国等国家(地区)知名学者的文章; 研究热点围绕竞技体育领域、运动康复医学领域以及大众健身及其他领域展开。**结论** 运动领域关于心率变异性的研究受到越来越多的关注, 研究热点揭示了运动领域关于心率变异性指标主要应用在竞技体育领域、运动康复领域及大众健身领域等, 为心率变异性在运动领域的进一步应用提供参考。

[关键词] 运动; 心率变异性; 知识基础; 热点

[中图分类号] R540.4

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2019)20-3531-06

Knowledge base and hotspot of heart rate variability study in field of international sport*

LIU Guorong¹, SHEN Hui², WANG Xing^{3△}

(1. Shanghai Lixin College of Accounting and Finance, Shanghai 261620, China;

2. Ma'anshan University, Ma'anshan, Anhui 243100, China; 3. Physical

Education Training Institute, Shanghai University of Sport, Shanghai 200438, China)

[Abstract] **Objective** To explore the current knowledge base and hotspot of heart rate variability (HRV) study in the field of international sports. **Methods** A total 500 related articles of HRV in the field of sport were retrieved by computer from WOS database during 2007—2016. The Citespace visualization software was used to draw the atlas for analyzing the number of published articles in the recent 10 years, highly cited literatures and the high frequency keywords. **Results** The published articles amount of HRV in the field of sport showed the fluctuating increasing trend during 2007—2016. Brazil, United States and France were the backbone of the research in this field. The research institutions were mainly universities, and the concentration among the high yield institutions was not enough. The knowledge base of this field was mainly derived from the articles of famous scholars in Brazil, USA and other countries. The research hotspots expanded around the fields of competitive sports, sports rehabilitation medicine, mass fitness and other fields. **Conclusion** The researches on HRV in the sport feild get more and more attention, the research hotspots reveal that HRV indicators in the sport field are mainly applied in the fields of competitive sports, sport rehabilitation and mass fitness, which provide a reference for further application of HRV in the sport field.

[Key words] sport; heart rate variability; knowledge base; research hotspot

心率变异性(heart rate variability, HRV)是指窦性心率在一定时间内周期性改变的现象, 是反映交感神经与副交感神经(迷走神经)张力及其平衡的重要指标^[1], 是近年来学者较为关注的准确、无创且易行的心电监测指标, 可用于评价心脏自主神经系统功能活动^[2]。从自主神经均衡性角度看, 运动的过程即自主神经原有均衡性的打破和新平衡再形成的过程, 由于 HRV 能够反映自主神经活性, 已成为在运动领域的一种研究工具和评估技术。本文以 WOS 数据库文

献资料为研究对象, 应用知识图谱可视化软件进行分析, 深入了解国际上心率变异性在运动领域的研究状况, 探讨心率变异性在运动领域研究的热点。

1 资料与方法

1.1 文献来源及检索策略 文献来源于 WOS 数据库, 检索策略以“heart rate variability”为主题词进行检索, 得到 10 417 篇文献, 通过标题、主题、内容及研究方向等进一步筛选精炼, 最终纳入分析统计的文献有 580 篇(2007—2016 年)。

* 基金项目: 上海市人类运动能力开发与保障重点实验室资助项目(11DZ2261100)。

作者简介: 刘国荣(1963—), 副教授, 主要从事运动与健康促进研究。

△ 通信作者, E-mail: 597310817@qq.com。

1.2 研究方法 动态发展网络结构中的知识基础、研究热点和趋势可以通过知识图谱和信息计量分析来搜索和显示^[3]。

1.3 研究指标

1.3.1 近十年来的发文量 通过对 WOS 数据库文献进行分析检索,得出近 10 年的发文量。

1.3.2 研究国家和机构分布 时间设置为 2007—2016 年,数据选取为 Top50,阈值为(2,2,20)(4,3,20)(3,3,20),其他均为软件默认。

1.3.3 知识基础 时间设置为 2007—2016 年,数据选取为 Top50,运行软件节点 Nodes = 209,连线 Links = 369,生成共被引网络视图。

1.3.4 关键词 时间间隔设为 1 年,数据选取为 Top50,得到节点 Nodes = 51,连线 Links = 89 的关键词共现聚类图谱,“heart rate variability”属于基础词汇,对于分析研究领域的热点意义不大,故从高频关键词中剔除。

2 结 果

2.1 历时性的研究动态分析 如图 1 所示,各年份与发文量关系曲线和决定系数(R^2)为 0.659 9。结果表明,随着年份向前推进,发文量呈波动上升趋势,从 2008—2010 年,相关论文发表数量稳步增长。2011 年论文数量有所减少。从 2012—2015 年论文数量波动上升。2016 年,论文数量有所减少,这可能是由于数据库的滞后性导致该年的文献没有完全被纳入数据库,总而言之,运动领域关于心率变异性的研究处于快速发展阶段。

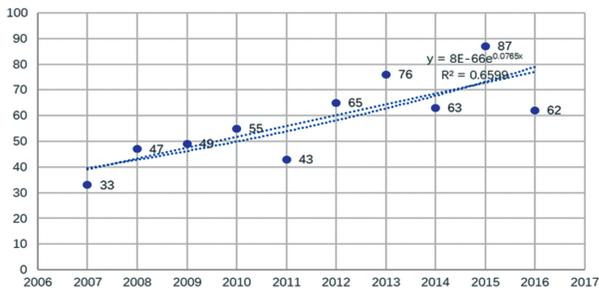


图 1 2007—2016 年本研究领域的发文量



图 2 2007—2016 本研究领域研究的国家(地区)与机构分布图

2.2 共时性的研究动态分析 从图 2 表 1 可见,研究机构最大的两个聚类簇以及发文频次最高的两个国家分是巴西和美国,中国的发文量排名 22,仅有 6 篇文章,可见在该领域的研究中中国相对落后。同时从表

1 也可见发文量前三的机构以及中心性前三的国家,并结合图表的整合信息可知,英国合作关系网最为丰富,与美国、加拿大、巴西等均有间接直接的合作。

表 1 2007—2016 年本研究领域高产国家和机构一览表(前 10 名)

国家地区	频次	中心性	研究机构	频次	中心性
BRAZIL 巴西	105	0.08	圣保罗大学(Univ Sao Paulo)	29	/
USA 美国	87	0.06	隆德里纳州立大学(Univ Estadual Londrina)	17	0.01
FRANCE 法国	57	0.18	圣卡洛斯联邦大学(Univ Fed Sao Carlos)	10	/
CANADA 加拿大	33	0.08	米兰大学(Univ Milan)	9	/
AUSTRALIA 澳大利亚	32	0.17	于韦斯屈莱大学(Univ Jyväskylä)	8	/
SPAIN 西班牙	24	0.11	弗朗什-孔泰大学(Univ-Franche Comte)	7	/
ENGLAND 英国	24	0.51	波尔图大学(Univ Porto)	7	/
ITALY 意大利	22	0.00	伊利诺伊大学(Univ Illinois)	7	/
FINLAND 芬兰	21	0.06	麦克马斯特大学(McMaster Univ)	7	/
GERMANY 德国	18	0.01	里约热内卢大学(Univ Estado Rio De Janeiro)	7	/

2.3 知识基础 研究领域的知识基础主要由两类文献构成,一类是早期奠基性文献,另一类是总被引频次和中心性较高的关键性文献^[4]。citespace 分别提供了 timeline 视图和 timezone 视图两种模式来展示知识基础和研究前沿的演进关系,本文选 timeline 视图(图 3)进行分析。从图 3 中可知,1962 年出现第一篇被引用的文章,间隔 19 年第 2 篇被引用的文章才出现,在其后的 1 年出现了第 3 篇。从被引频次来看,2007 年 KIVINIEMI 和 2003 年 AUBERT 发表的文献被引频次 57,并列第一。运动领域关于心率变异性的知识基础时间跨度小,在 1981 年以后的被引文献对后续研究的启示影响力逐渐增大。

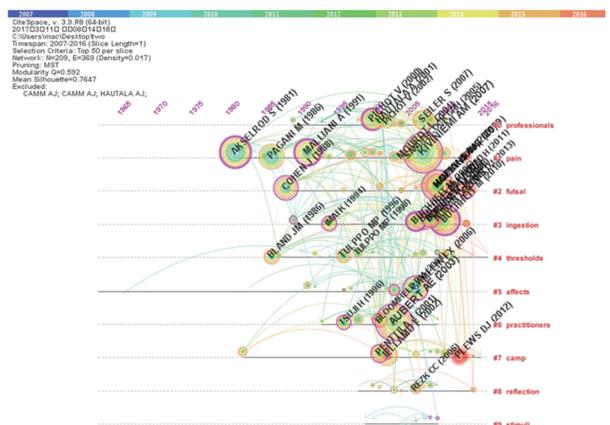


图 3 2007—2016 年本研究领域的高被引文献时间序列图谱

表 2 2007—2016 年本研究领域的早期奠基性文献(前 10 名)

频次	作者	年份	题目	中心性
57	KIVINIEMI A M	2007	Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements	0.15
57	AUBERT A E	2003	Heart Rate Variability in Athletes	0.12
42	PAGANI M	1986	Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog	0.06
42	AKSELROD S	1981	Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control	0.18
41	LELLAMO F	2002	Conversion from vagal to sympathetic predominance with strenuous training in high-performance world class athletes	0.05
40	BUCHHEIT M	2010	Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function	0.16
40	GAMELIN F X	2006	Validity of the polar S810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest	0.19
38	MALLIANI A	1991	Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain	0.33
37	NUNAN D	2009	Validity and reliability of short-term heart-rate variability from the Polar S810	0.06
35	SEILER S	2007	Autonomic recovery after exercise in trained athletes: intensity and duration effects	0.06

2.4 研究热点 根据图 4 的热点聚类图谱以及表 3 的关键词可以看出在运动领域心率变异性的研究可分为竞技体育领域、运动康复医学领域、大众健身及其他领域。

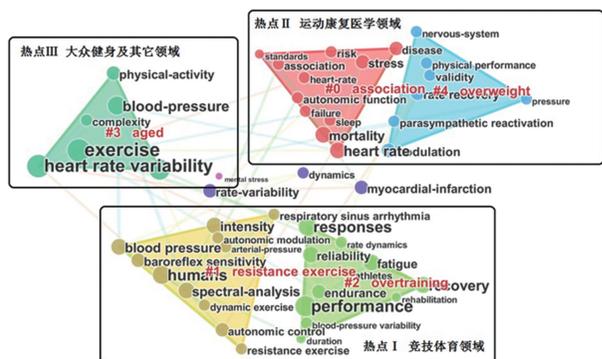


图 4 2007—2016 年本研究领域关键词共现聚类图谱

表 3 2006—2017 年本研究领域的关键词一览表(前 20 位)

序号	关键词	频次	中心性
1	exercise(运动)	187	0.10
2	performance(表现现状)	108	0.17
3	autonomic nervous system(自主神经系统)	102	0.15
4	humans(人类)	81	0.28
5	responses(反应)	66	0.23
6	blood-pressure(血压)	59	0.17
7	recovery(恢复)	49	0.20
8	spectral-analysis(频谱分析)	44	0.11
9	intensity(强度)	37	0.15
10	mortality(死亡)	34	0.11
11	reliability(可靠性)	33	0.06
12	fatigue(疲劳)	33	0.06
13	physical-activity(身体活动)	31	0.13
14	baroreflex sensitivity(压力反射敏感度 BRS)	30	0.16
15	stress(压力)	30	0.08
16	endurance(耐力)	29	0.13
17	resistance exercise(抗阻训练)	28	0.08
18	modulation(调整调制)	24	0.05
19	autonomic control(自主控制)	22	0.03
20	disease(疾病)	22	0.06

3 讨论

3.1 心率变异性分析方法以及在运动领域的知识基础 AKSELROD 等^[5] 1981 年发表在《科学》的文章

提出逐次心动周期区间的心血管调控状况可以用心率频谱分析仪进行评价,证实了 HRV 频谱有 3 个主要的频段,并发现心率变异性的高频和低频都受到心副交感神经的影响,且对心交感神经的作用只会出现在低频阶段。自 AKSELROD 对 HRV 进行频谱分析以来,心率变异性的频谱分析被广泛认为是一种无创性检测心脏自主神经系统的有效手段之一。随后 1985 年 POMERANZ 等^[6] 发表的文章指出 HRV 主要是使用频谱分析测试仪对 HRV 的变异程度进行分析记录,高频部分主要受迷走神经的调节,低频部分收到迷走和交感神经的双重作用,其中二者的均衡性受 LF/HF 的影响,心率变异性可以反映植物神经功能。被引用频次并列第三的 PAGANI 等^[7] 在 1986 年也证实副交感神经活动指标的分析技术更多的利用高频功率完成,范围 0.15~0.04 Hz。而交感神经活动指标的分析大多用低频功率进行分析,范围 0.04~0.15 Hz,且交感和副交感系统同时作用 HRV 的低频部分与压力反射有关。

被引频次第一的是 AUBERT 等^[8] 在 2003 年发表的文章,从不同角度将运动员的年龄、性别以及训练状态、方式对心率变异性的影响进行了比较,证实了持续长时间进行运动训练的运动员的具有较强的副交感神经调节能力,但并不能确定持续长期间进行训练计划对交感神经调节能力有所影响。2007 年 KIVINIEMI 等^[9] 发表的文章被引频次并列第一,指出根据 HRV 变化制定运动处方,可以更有效地改善心肺功能。被引第五位 IELLAMO 等^[10] 研究发现在比赛的最后冲刺训练期间,由于运动负荷的逐渐增加,HRV 显著下降向交感神经为主导转化。在比赛中青年赛艇队参加的 7 名运动员中有 3 名获得奖牌,也进一步表明运动负荷的增加虽然导致的心率变异性的变化但运动表现水平并没有降低。被引第六位的是 2010 年 BUCHHEIT 等^[11]《利用心脏副交感神经监测运动耐力性能》一文,测定了 14 名运动员在安静状态下的迷走神经指标,并在训练期间和训练结束后每 2 周测 1 次他们的 HRR、HRV,对训练前后十公里的最大有氧速度和状态进行了评价,结果表明,训练期间心率变异性逐渐下降,当测定对象提速进行 10

Km 跑后,迷走神经的指标是有所上升的。测量静息、运动时以及运动后的心率变异性指标对于观察评估有氧运动对耐力性能的效果有很大的作用,若长时间使自主神经系统处于失衡状态会造成运动状态表现和训练效果的下降。

3.2 心率变异性在运动领域研究的热点

3.2.1 热点 I: 竞技体育领域 (1) 评估运动能力和运动表现: 通过关键词“exercise(187 次)”、“performance(108 次)”以及“ability(17 次)”所属的文献分析可知,在竞技体育中运动员的能力以及在比赛中的表现都是非常重要的制胜因素,心率变异性可作为衡量二者的有效指标,许多研究也证实 HRV 不仅在运动训练阶段有重要作用,同时在对运动员的选拔等方面都起到重要作用。闵金婵^[12]通过实验证实与心率拐点相比,心率变异阈与通气阈相关系数更大,可以作为推测无氧阈的较为精确的指标之一。BAUMERT 等^[13]证实了心率变异性的第二峰值相比心率拐点而言可以更好地对无氧阈进行评估。自主神经系统处于失衡状态或活动降低时间较长,运动员在训练中的表现状态以及训练成绩会下降,自主神经的活动是影响运动表现的重要因素之一^[14]。FLATT 等^[15]选取长跑男运动员为实验对象,受试者每日晨起排尿后,采用固定姿势测试心率变异性,选取 Ln rMSSD 指标,通过 8 周的测试可知,运动成绩与每周 Ln rMSSD 呈正相关,进而可知运动员的运动表现可以通过分析心率变异性指标预估。HRV 测得的自主神经活动的数据与运动表现状况相一致,且 HRV 数据更客观,更真实。

(2) 监测训练负荷及诊断运动性疲劳: 对关键词“recovery(49 次)”、“intensity(37 次)”所属文献分析可知,在运动训练中,交感-副交感神经张力的平衡会随着运动强度的改变而波动。MORALES 等^[16]探讨了在改变柔道训练负荷的条件下测量 HRV 的变化情况,以此论证心率变异性评估柔道训练负荷以及恢复状态的有效性,将 14 国家标准男子柔道运动员随机分为 2 组,每组进行不同类型的训练,即高负荷训练计划和中等负荷训练计划,分别在训练计划前后 4 周进行相关指标的测量,结果证实进行大负荷训练计划的运动员相比中等负荷训练计划的运动员而言其副交感神经的调节功能下降且自主神经系统失衡。BARA-FILHO 等^[17]选取足球队 2 名队员作为研究对象,对其进行 3 周的训练,分 5 次测量运动员在休息平卧状态下的 RR 间隔,分析结果显示心率变异性的 SDNN、SD1 以及 RMSSD 指标在监测运动员训练以及比赛负荷对副交感神经调节的影响具有一定作用。综上研究^[18-19]可知,心率变异性是一项非侵入性指标,可定量评断心脏自主神经功能、监测个体的训练适应能力、训练强度以及恢复状况,指导运动训练。

有研究证实过度训练或疲劳训练与自主神经系统的异常反应有关,当运动性疲劳出现时可发现心率变异性各指标下降,同时随着疲劳程度的加深心率变异性下降的幅度增大。关键词“fatigue”出现频次 33

次。GABRIEL 等^[20]提出可将 HRV 作为运动员早期诊断疲劳的指标。MOUROt 等^[21]证实非线性分析法可能是一种更直观诊断运动性疲劳的方法。BAUMERT 等^[22]对田径和铁人 3 项的运动员进行 2 周的训练,分 3 个阶段(训练前中后)对 HRV、BPV、BRS 进行测量,分析显示在训练中 HRV 以及 BRS 指标明显下降,提示若增加训练的强度和量会使心脏自主神经的活性转变,更多的激活交感神经抑制副交感神经,进一步说明了在训练中的过度训练综合征可以通过监测心率变异性得到控制。过度的运动训练会致使运动性疲劳,不仅对运动员的身体带来损伤,而且直接影响运动员的运动状态、运动表现以及运动成绩,运动强度和量的增加会直接影响心率变异性的变化,相对副交感神经而言交感神经活动逐渐占主导地位。选取适当时间段对心率变异性进行分析,如运动后即可和运动后的恢复阶段,可反映机体尤其是心脏自主神经系统对运动的适应,可以通过对心率变异性的测试分析来可评估和预防运动员出过度训练同时可以对疲劳深度进行分析,对提高运动成绩、运动表现以及减少运动员损伤有重要意义。

3.2.2 热点 II: 运动康复医学领域 由关键词“disease(22 次)”可知,HRV 对患病人群治疗康复效果以及锻炼效果的评价研究有很多,且可依据心率变异性指标的变化实时对康复锻炼计划进行调整,同时可以及时了解患者的康复情况,对于检测心血管疾病以及康复有着重要作用,主要是通过采用不同运动干预方法来增强自主神经的功能。NAKAYAMA 等^[23]探讨不同强度的运动对轻度高血压患者 HRV 的影响,结果显示对于高血压等慢性病人群的运动干预实验证实了体育锻炼可以改善失衡的自主神经功能,使 HRV 的各参数呈现良好的改变。BORGHI-SILVA 等得出运动干预可使慢性阻塞性肺疾病患者的迷走神经功能得到改善且短期更有效的使慢性阻塞性肺疾病患者运动能力以及心脏调节功能得到提升。临床研究证实了 HRV 是急性心肌梗死后死亡危险的预测指标,HRV 降低是糖尿病患者神经病变的早期警告同时也是预测心脏病患者猝死的独立危险因素。值得注意的是,有些对于慢性疾病的研究并未得出进行运动干预可有效改善心率变异性参数的结论^[24-26],考虑可能与运动的强度以及时间有关。

研究^[27]证明,人体内许多疾病都易引发心血管疾病包括运动员这个特殊群体,心率变异性对不同类型的运动、运动强度和运动时间等对自主神经系统活动的影响研究较多,但对涉及对象为心血管疾病的运动员的研究甚少。KOUTLIANOS 等^[28]将试验对象分为 3 组,第一组为心律失常的足球运动员,第二组为短暂良性心律失常但没有任何结构性心脏疾病的足球运动员,第三组为年龄匹配的久坐男生,对三组的心率变异性测试分析,与对照组相比,所有运动员 24 h 的平均心率、HRV 和 24 h RR 间期均显著上升($P < 0.05$),此外,第一组的 HRV 指数较第二组显著下降了 18.2%,根据结果分析可知,第一组运动员心脏

迷走神经活动占主导状态受到了制约。在运动员的康复保健中,心率变异性的研究更多地集中在运动员损伤手术时的自主神经变化以及分析监测运动员的心血管疾病。

3.2.3 热点Ⅲ:大众健身及其他领域的应用 由“humans(81次)”、“adults(18次)”、“children(14次)”等关键词可以看出,近年来,很多的研究者对心率变异性与年龄的相关性进行了大量研究,得出随着年龄的增长,心率变异性逐渐降低^[29]。MELANSON等^[30]以11名久坐不动的成年男子作为实验对象,参加了为期16周的运动干预计划,每4周测量1次心率变异性,记录PNN50、RMSSD、HF、LF,分析得知HRV相关指标均有显著改善,证实了适当的运动锻炼有利于提高迷走神经活性。有研究同样证明了在运动时,心脏自主神经系统的控制转向以迷走神经为主导^[31],而且长期进行有规律的运动对于老年人而言不仅提升了自主神经的控制同时也有利于降低患病的风险^[32]。但也有研究者得出运动干预并未使老年人心率变异性发生显著变化^[33]。研究发现,中老年人通过运动干预从而使心率变异性出现显著改善相较于青年对象而言需要更长的时间,同时老年人机体的耐受力,训练的强度和量以及训练的时间控制可能都是导致心率变异性变化的影响因素,有待于进一步研究论证。随着社会的不断发展,人们对于健身方式的选择也日益多样,在热点图谱中不同的项目名称也多次出现,利用心率变异性评价不同健身项目对自主神经系统的影响已成为学者研究的热点和趋势。谢业雷等^[34]通过研究证实24周太极拳干预后,相较于实验前,SDNN、TP有所上升,RMSSD、PNN50、HF、HFnorm、LFnorm和VLF有一定程度的降低,表明太极拳可以延缓衰老引发的迷走神经活性降低的趋势,但并未证实太极拳能有效提高中老年交感神经和迷走神经的均衡性。KIRKWOOD等^[35]对瑜伽治疗焦虑和焦虑症的相关研究进行系统回顾,分析了8项研究发现由于治疗条件的差异性和研究的质量较差,不能得出瑜伽在质量焦虑症方面是有效的,但瑜伽可以帮助患者的交感神经系统进一步达到平衡从而提高健康水平。VINAY等^[36]以男性作为研究对象,对其进行为期30d的瑜伽练习,对心率变异性相关指标进行记录分析,结果证实了心率变异性指标显著改善,自主神经向副交感神经转移,进一步提高了自主神经功能。除了瑜伽、太极拳以外排舞广场舞等都可作为健身的选择^[37]。

综上所述,心率变异性在运动领域的研究在诸多方面都取得了成功,但同时也存在有一些争议与不足,还有待学者进一步研究探讨。

参考文献

[1] MALLIANI A, PAGANI M, LOMBARDI F, et al. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain[J]. *Circulation*, 1991, 84(2): 482-492.
[2] BUCHHEIT M, RICHARD R, DOUTRELEAU S, et al.

Effect of acute hypoxia on heart rate variability at rest and during exercise[J]. *Int J Sport Med*, 2004, 25(4): 264-269.
[3] 刘则渊,陈悦,侯海燕. 科学知识图谱:方法与应用[M]. 北京:人民出版社,2008:33-34.
[4] 陈超美,陈悦,侯剑华,等. CiteSpaceⅡ:科学文献中新趋势与新动态的识别与可视化[J]. *情报学报*, 2009, 28(3): 401-421.
[5] AKSELROD S, GORDON D, UBEL F A, et al. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation;a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control[J]. *Science*, 1981, 213(4504): 220-222.
[6] POMERANZ B, MACAULAY R J, CAUDILL M A, et al. Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis[J]. *Am J Physiol*, 1985, 248(2): 151-153.
[7] PAGANI M, LOMBARDI F, GUZZETTI S, et al. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog[J]. *Circulat Res*, 1986, 59(2): 178-193.
[8] AUBERT A E, SEPS B, BECKERS F. Heart Rate Variability in Athletes[J]. *Sport Med*, 2003, 33(12): 889-919.
[9] KIVINIEMI A M, HAUTALA A J, KINNUNEN H, et al. Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements[J]. *Euro J App Physiol*, 2007, 101(6): 743-751.
[10] IELLAMO F, LEGRAMANTE J M, PIGOZZI F, et al. Conversion from vagal to sympathetic predominance with strenuous training in high-performance world class athletes[J]. *Circulation*, 2002, 105(23): 2719-2723.
[11] BUCHHEIT M, CHIVOT A, PAROUTY J, et al. Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function[J]. *Europ J App Physiol*, 2010, 108(6): 1153-1167.
[12] 闵金婵. 男子青少年运动员心率拐点与心率变异阈的实验研究[J]. *山东体育学院学报*, 2008, 24(6): 36-38.
[13] BAUMERT M, BRECHTEL L, LOCK J, et al. Heart rate variability, blood pressure variability, and baroreflex sensitivity in overtrained athletes[J]. *Clin J Sport Med*, 2006, 16(5): 412-417.
[14] AUBERT A E, SEPS B, BECKERS F. Heart Rate Variability in Athletes[J]. *Sport Med*, 2003, 33(12): 889-919.
[15] FLATT A, ESCO M R. Endurance performance relates to resting heart rate and its variability: A case study of a collegiate male cross-country athlete[J]. *J Aus Streng Cond*, 2014, 22(6): 39-45.
[16] MORALES J, ALAMO J M, GARCEA-MASSE X, et al. Use of heart rate variability in monitoring stress and recovery in judo athletes[J]. *J Streng Cond Res*, 2014, 28(7): 1896-1897.
[17] BARA-FILHO M G, FREITAS D S, MOREIRA D, et al. Heart rate variability and soccer training: a case study Variabilidade da frequência cardíaca etreinoamento de futebol: um estudo de caso[J]. *Motriz Revista De Educacao Fisica*, 2013, 19(19): 171-177.
[18] PLEWS D J, LAURSEN P B, STANLEY J, et al. Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitoring[J].

Sport Med, 2013, 43(9): 773-781.

- [19] LANAGAN S, COMSTOCK B, LOONEY D, et al. Effects of cardiovascular fitness and training history on heart rate variability before, during, and after a progressive maximal intensity exercise test[J]. J FASEB, 2014, 28(1): 88-90.
- [20] GABRIEL D, BASFORDK N. Neuraladaptationst of atigue; implications formuscle strength and training[J]. Med Sci Sports Exe, 2001, 33(8): 1354-1356.
- [21] MOUROT L, BOUHADDI M, PERREY S, et al. Decrease in heart rate variability with overtraining: assessment by the Poincaré plot analysis [J]. Clin Physiol Funct Imag, 2004, 24(1): 10-18.
- [22] BAUMERT M, BRECHTEL L, LOCK J, et al. Heart rate variability, blood pressure variability, and baroreflex sensitivity in overtrained athletes [J]. Clin J Sport Med, 2006, 16(5): 412-417.
- [23] NAKAYAMA N, NEGI K, WATANABE K. Life activities improve heart rate variability in patients with mild hypertension and/or the initial stage of heart failure[J]. J Clin Nurs, 2014, 23(3/4): 367-373.
- [24] LOIMAALA A, HUIKURI H, OJA P, et al. Controlled 5 -mo aerobic training improves heart rate but not heart rate variability or baroreflex sensitivity[J]. J Appl Physiol, 2000, 89(5): 1825-1829.
- [25] BOUTCHER S H, STEIN P. Association between heart rate variability and training response in sedentary middle-aged men[J]. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1995, 70(1): 75-80.
- [26] PERINI R, FISHER N, VEICSTEINAS A, et al. Aerobic training and cardiovascular responses at rest and during exercise in older men and women[J]. Med Sci Sport Exe, 2002, 34(4): 700-708.
- [27] SENDELIDES T, METAXAS T H, KOUTLIANOS N, et al. Heart rate varia-bility changes in soccer players[J]. Sterreichisches J Sport Med, 2003(2): 10-13.
- [28] KOUTLIANOS N, KOUIDI E, DELIGIANNIS A. Heart rate variability in soccer players with mitral valve prolapse or benign arrhythmia[J]. Sport Sci Health, 2004, 1(1): 5-10.
- [29] ANTELM I, DE PAULA R S, SHINZATO A R, et al. Influence of age, gender, body mass index, and functional capacity on heart rate variability in a cohort of subjects without heart disease[J]. Am J Cardiol, 2004, 93(3): 381-5.
- [30] MELANSON E L, FREEDSON P S. The effect of endurance training on resting heart rate variability in sedentary adult males[J]. Europ J Applied Physiol, 2001, 85(5): 442-449.
- [31] BUCHHEIT M, SIMON C, VIOLA A U, et al. Heart rate variability in sportive elderly: relationship with daily physical activity. [J]. Med Sci Sport Exe, 2004, 36(4): 601-605.
- [32] GALETTA F, FRANZONI F, FEMIA F R, et al. Lifelong physical training prevents the age-related impairment of heart rate variability and exercise capacity in elderly people[J]. J Sports Med Phys Fitness, 2005, 45(2): 217-221.
- [33] VERHEYDEN B, EIJNDE B O, BECKERS F, et al. Low-dose exercise training does not influence cardiac autonomic control in healthy sedentary men aged 55-75 years[J]. J Sport Sci, 2006, 24(11): 1137-1147.
- [34] 谢业雷, 任杰, 虞定海, 等. 24 周太极拳锻炼对中老年人心率变异性的影响[J]. 中国运动医学杂志, 2011, 30(9): 842-844.
- [35] KIRKWOOD G, RAMPES H, TUFFREY V, et al. Yoga for anxiety: a systematic review of the research evidence [J]. British J Sport Med, 2005, 39(12): 884-891.
- [36] VINAY A V, VENKATESH D, AMBARISH V. Impact of short-term practice of yoga on heart rate variability [J]. Int J Yoga, 2015, 9(1): 62-64.
- [37] STEJSKAL P, JAKUBEC A, KOVACOVA L, et al. Influence of different ad-herence to the six month aerobic dance or step-dance program onaerobic fitness[J]. Med Sportiva Bohemica Slovaca, 2007, 16(1): 14-25.

(收稿日期: 2019-02-16 修回日期: 2019-06-07)

(上接第 3530 页)

- [5] 王丽萍, 李亚洁, 李茶香, 等. 临床护士临终关怀态度影响因素分析及对策[J]. 中国实用护理杂志, 2017, 33(10): 729-735.
- [6] 程金莲, 孙玉梅, 史宏睿, 等. 本科护生职业认同感现状调查[J]. 全科护理, 2016(3): 217-225.
- [7] MUTTO E M, CANTONI M N, RABHANSL M M, et al. A perspective of end-of-life care education in undergraduate medical and nursing students in Buenos Aires, Argentina[J]. J Palliat Med, 2012, 15(1): 93-98.
- [8] 彭玉凌, 冉伶, 王蕾. 临终关怀的法哲学思考[J]. 医学与哲学, 2017, 38(6): 61-64.
- [9] JAFARI M, RAFIEI H, NASSEHI A, et al. Caring for dying patients: attitude of nursing students and effects of education[J]. Indian J Palliat Care, 2015, 21(2): 192-197.
- [10] CEVIK B, KAV S. Attitudes and experiences of nurses toward death and caring for dying patients in Turkey[J]. Cancer Nurs, 2013, 36(6): 58-65.
- [11] ABU-EI-NOOR N I, ABU-EI-NOOR M K. Attitude of palestinian nursing students toward caring for dying patients: A call for change in health education policy[J]. J Holist Nurs, 2016, 34(2): 193-199.
- [12] NEISHABOURI M, AHMADI F, KAZEMNEJAD A. Iranian nursing students' perspectives on transition to professional identity: a qualitative study[J]. Int Nurs Rev, 2017, 6(3): 428-436.

(收稿日期: 2019-02-10 修回日期: 2019-06-02)