

·运动人体科学·

## 功能内稳态理论与健康风险分级理念下的亚健康理论重构

王国军<sup>1,3</sup>, 徐培林<sup>2</sup>, 虞丽娟<sup>3</sup>

(1.湖南工业大学 体育学院, 湖南 株洲 412007; 2.河南省医药学校 体育组, 河南 开封 475001;  
3.上海体育学院 运动科学学院, 上海 200438)

**摘 要:** 亚健康问题已成为世界热点问题, 但其定义和诊断手段一直备受争议, 导致解决亚健康问题遭遇瓶颈。通过对当前亚健康理论学说及诊断手段进行辨析, 并以此结果为基石, 以功能内稳态理论以及健康风险分级理念为指导思想, 引入模糊数学理论, 重构亚健康理论以提升亚健康理论的实践意义和推广性, 为今后亚健康的评价提供一定的方法学参考。

**关 键 词:** 运动医学; 亚健康; 健康风险; 模糊数学; 功能内稳态

**中图分类号:** G804.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7116(2014)01-0118-06

### Reconstruction of the sub-health theory under the conceptions of the functional homeostasis theory and health risk classification

WANG Guo-jun<sup>1,3</sup>, XU Pei-lin<sup>2</sup>, YU Li-juan<sup>3</sup>

(1.College of Physical Education, Hunan University of Technology, Zhuzhou 412007, China;  
2.Department of Physical Education, Henan Pharmaceutical School, Zhengzhou 457001, China;  
3.School of Sport and Exercise Science, Shanghai University of Sport, Shanghai 200438, China)

**Abstract:** The sub-health issue has become a hot issue worldwide, but its definition and diagnosis means are controversial all the time, making it difficult to tackle the sub-health issue. By analyzing the current sub-health theory and diagnosis means, by using the analysis results as the foundation stone, and by basing the guiding ideology on the conceptions of the functional homeostasis theory and health risk classification, the authors introduced the fuzzy mathematics theory to reconstruct the sub-health theory in order to promote the practical significance and popularization of the sub-health theory, and to provide certain methodological reference for the evaluation of sub-health in the future.

**Key words:** sports medicine; sub-health; health risk; fuzzy mathematics; function-specific homeostasis

人类亚健康问题已经成为世界性热点问题, 据 WHO 统计: 当前世界人口中 70% 的人群处于亚健康状态, 健康人群仅占 5%<sup>[1]</sup>。随着生活压力不断增大, “亚健康”问题已严重影响了人们的工作和生活, 威胁着人们的健康和生命<sup>[2]</sup>。因此, 亚健康的研究事关人们生命质量, 利国利民。

龚海洋<sup>[3]</sup>认为: 亚健康已成为国内外关注的热点, 其研究意义毋庸置疑, 但其概念、评估标准国内外至今仍未统一, 表现出多样性、不统一性。亚健康自提出已经历经半个多世纪, 理论与实践结合不紧密现象依然突

出, 并未在人们健康促进中发挥应有的指导作用。另外, 在查阅外文文献时, 亚健康(Sub-healthy Status)相关文献较为少见, 即使搜索到的也大多是国外数据库收录的国内医学杂志英文版<sup>[4]</sup>, 显然, 国内对亚健康的定义和理解并未获得国际上的一致认可。这样的发展现状与其作为 21 世纪世界性健康热点问题并不相称, 亚健康理论的发展遭遇瓶颈。随着功能内稳态(function-specific homeostasis, FSH)<sup>[5-6]</sup>的提出以及健康风险分级理念的产生为亚健康的内涵和外延的定义提供了契机。

收稿日期: 2013-04-08

基金项目: 上海市科学技术委员会 2010 “创新行动计划”专项项目(10490503500)。

作者简介: 王国军(1981-), 男, 侗族, 博士研究生, 研究方向: 体育工程、人体体质与运动能力的健康适应。通讯作者: 虞丽娟。

## 1 亚健康理论问题分析

### 1.1 亚健康理论的不同学说辨析

#### 1) 基于中医症状理论学说的亚健康界定与辨析。

《素问·调经论篇》：“气血未并，五脏安定”的情况下，邪客于浅表时，机体所表现出来的异常变化，称之“微病(证)”，此微病即指亚健康。《灵枢·官能》记有“是故上工之取气，乃救其萌芽”，“救其萌芽”即预防亚健康。我国唐代医学家孙思邈在《千金要方·卷一·论诊候第四》注有：“上医医未病之病，中医医欲病之病，下医医已病之病。”此“欲病”介于“未病”与“已病”之间，其实就是对亚健康状态的描述。

纵观传统中医理论，其用“萌芽”、“先兆”、“微病”、“欲病”等来描述亚健康，肯定了预防的重要意义。基于此理论，多种亚健康定义相继出现，目前较为认可的是王育学<sup>[7]</sup>首先提出的“亚健康状态”，界定为健康与疾病的中间状态。对于亚健康状态发生机制，则认为主要由劳逸过度、起居失常、饮食不节等原因，引起机体阴阳偏颇，脏腑气血失调所致<sup>[8]</sup>。

综上所述，基于中医理论提出的亚健康，肯定了亚健康诊断、预防的重要性，然其诊断是基于疾病症状排除法和主观体验而确定的。显然从中医理论角度研究亚健康具有中国特色，但如同中医本身一样，给国外学者的理解带来难度，推广范围受限，或许，这正是当前“亚健康”概念不被国外所广泛接受的重要原因之一。

#### 2) 基于现代医学健康概念的亚健康界定与辨析。

现代医学认为亚健康状态是机体在无器质性病变情况下发生的一些功能性改变，表现为健康低质状态，目前大都采取疾病与健康状态排除法界定亚健康。其理论依据是人体在疾病与健康之间存在着第 3 状态。研究证实，人体虽未在临床上达到疾病判断标准，但体内已经发生了一些病理变化，现代医学对亚健康诊断理念就在于及早地诊断这种病理变化过程，有目的地开展健康促进工作。但现实是现代医学无法直接检测这些微变化，很难及时、准确地诊断此过程，上述方法应运而生。然而，疾病与健康排除过程中又受限于其它一些因素。

(1) 健康概念本身实际意义受限。WHO 定义健康指不仅身体没有疾病和不虚弱，且心理、道德和社会适应良好。然而现实中，很少能达到 WHO 所界定的健康状态。因此，WHO 定义的健康只是一种理想化状态，从 WHO 报道的世界人口仅 5% 达到健康标准便可见一斑。这提示健康状态是人们对身体状态的一种高期望目标。因此，这种理想化的健康状态的排除本身实际意义有限。

(2) 疾病的排除在实际操作中受限。现代医学对疾病的诊断依赖于疾病的体征、影像学检查、实验室检查，或是符合一定的疾病诊断标准。然而，已知的疾病种类已经繁多，而要确定的则只是一种或者几种疾病，加上随着疾病谱的逐渐扩宽，要排除所有疾病已经成为不可能完成的艰巨任务。

(3) 亚健康诊断的实践意义受限。基于排除法的亚健康诊断，意义局限于评定人们处于“不健康”或“非疾病状态”，而并不能准确提示人们到底距离健康有多远，没有体现亚健康的诊断宗旨，即早期诊断为人们保持健康状态提出指导性意见。另外，过去多年来人们认为“健康就是没有疾病”的错误观点根深蒂固，亚健康的严重后果进一步被人们弱化和忽视。因此，当前亚健康诊断的实践指导意义受限。最终，导致人们对亚健康风险意识淡薄、认识不足，从而造成人们在健康促进过程中缺乏重要科学依据，影响人们健康促进活动的积极性。

#### 3) 慢性疲劳综合症学说与辨析。

慢性疲劳综合症的诊断标准最早是由美国疾病控制中心在 1987 年制定，随后于 1994 年得以完善<sup>[9-10]</sup>。因为慢性疲劳综合症某些临床症状或意义上与亚健康存在一定的重叠，因此，部分学者直接理解其就是亚健康。然慢性疲劳综合症的诊断已明确严重程度和持续时间达到诊断标准才能定论，属于疾病范畴，而亚健康的定义是未达到任何诊断疾病的标准，因此，两者并不等同<sup>[11]</sup>。

### 1.2 亚健康诊断手段分析

当前，常见亚健康诊断手段主要为量表评定手段和一些特异性设备作为检测手段。

量表评定手段分为自制问卷和现成问卷或现成量表两类。1) 自制问卷。常分为多维亚健康评价量表<sup>[12]</sup>和单维亚健康评价量表<sup>[13]</sup>。2) 现成的问卷或量表。较常见如症状自评量表(SCL-90)<sup>[9-10]</sup>；康奈尔医学指数自填式问卷<sup>[14]</sup>。还有用于生存质量评价的量表，如世界卫生组织生存质量测定量表简表<sup>[15]</sup>。另外，还存在一些特定领域量表，如焦虑自评量表和抑郁自评量表<sup>[16]</sup>、艾森克个性问卷<sup>[17]</sup>等。

目前尚未有特异性的理化检查来诊断亚健康。有些学者尝试采用当前一些科技设备进行检测，如“一滴血检查”、多媒体显微检测仪检测法、福贝斯远程健康检测系统<sup>[18-19]</sup>。

综上所述，当前亚健康的评估要么过于强调健康的全面性，如多数量表包含了躯体和心理症状、免疫力、社会适应力等多维度，看似为了追求完整，全面体现现代生物-医学-社会三维模式下的健康概念，反

而会因为学科交叉过多,造成难以聚焦,不能有效地做出准确评价;要么过于强调健康的单一性,如采用焦虑自评量表和抑郁自评量表作为亚健康判定依据仅体现心理层面,然健康是生物-医学-社会三维模式下的综合考虑,以点带面不利于对健康的整体性判断。

当前对亚健康的评估手段总体表现为:对亚健康的理解不同,采用的诊断方法也不同,对于确定一个为大众所接受的亚健康判定标准并未统一,致使以往研究中,采用不同的定义和标准从而出现各研究结果之间差异显著,难以进行横向比较,不利于研究成果的运用与推广,造成了当前亚健康理论研究如火如荼,而实践推广停滞不前的尴尬局面。

## 2 基于功能内稳态理论与健康风险分级语境下的亚健康理论重构

### 2.1 亚健康的理解

内稳态是生理学<sup>[20]</sup>和功能医学<sup>[21]</sup>的经典概念之一。钙离子、pH 值、血糖血脂等参数维持在一定的范围内是生命活动的基本保证。内环境参数是一个动态变化的过程,其变化的程度随环境影响以及机体对这种影响的反应程度而起伏波动,波动的范围与机体的需要和机体的潜能相一致,实现对环境反应和内源性过程的最佳化<sup>[22]</sup>。刘承宜等<sup>[15-6]</sup>将内稳态对内环境的稳定发展为对生物功能的稳定,提出了 FSH(function-specific homeostasis,功能内稳态)的概念。FSH 是维持功能充分稳定发挥的负反馈机制。

一个生物系统处于 FSH 就是其功能相对稳定并得以正常发挥的状态。常见的内稳态都属于 FSH,如维持氧化抗氧化功能的线粒体氧化还原内稳态<sup>[23]</sup>、维持正常通气功能的呼吸内稳态<sup>[24]</sup>、维持代谢功能的能量内稳态<sup>[25]</sup>、维持血糖正常的葡萄糖内稳态<sup>[26]</sup>、维持细胞吞噬功能的免疫内稳态<sup>[27]</sup>等。各种处于 FSH 的功能维持着人体健康。

FSH 可以用负反馈机制抵抗低于阈值的内外干扰,但被高于阈值的应激(FSH-specific stress, FSS)所打破<sup>[28]</sup>。一个生物系统远离 FSH 就是其功能偏离正常,即通常所称的功能失调或功能障碍。内稳态的品质由内稳态抵抗外界干扰的能力或适应性和内稳态所维持的功能的水平等因素所确定<sup>[29]</sup>。FSH 品质越高,生物系统抗干扰的能力越强。

WHO 健康定义中生理、心理、道德和社会的良好适应就是人体各个功能处于各自 FSH 的表现。当人体各个功能处于各自 FSH 时,人体处于健康状态。当人体部分功能远离各自 FSH 时,则人体会出现功能失调或功能障碍,即偏离健康走向亚健康甚至疾病。健康

的人各种功能处于内稳态,可以抵抗一定阈值的干扰,人体 FSH 品质愈高,抗干扰能力愈强,身体愈强。亚健康则表明部分功能远离各自 FSH,对外界非常敏感,但还没有任何疾病的症状。

基于 FSH 理论下的亚健康内涵可知,亚健康部分功能远离各自 FSH,但还没有任何疾病症状,那么外在功能指标也一定有相应的体现,亚健康分化解说则对亚健康外在表现提供了合理的解释。

亚健康分化假说认为疾病是健康逐渐分化的结果。这种分化机制异常复杂,目前较为一致的观点有:疾病的发生发展经历量变到质变的过程,即身体虽没有表现出疾病的症状,但体内已经出现了一定的病变机理,此状态即亚健康状态;及时发现潜在的致病危险因素,特别是及早发现血脂血糖参数边缘性增高或体脂肪偏高等亚健康现象,及时纠正生理功能的偏颇,对人体健康促进工作具有重要意义<sup>[30]</sup>。亚健康分化机制提示:及时认清亚健康状态对保持和调整健康状态至关重要,而及时认清亚健康状态的关键在于明确是距离健康状态端近还是距离疾病端近,以尽早警告人体的健康风险程度,而这种距离健康状态的划分就是亚健康风险分级。

因此,基于 FSH 理论与健康风险分级的亚健康可以理解为:亚健康状态是部分功能远离各自 FSH,对外界非常敏感,但还没有任何疾病症状的状态。亚健康介于健康与疾病之间的中间状态,处于动态变化过程,其上游部分与健康状态重叠,其下游部分又与疾病相重叠,在重叠部分可能与健康或疾病状态模糊而难以区分,与健康状态重叠的上游部分为亚健康低风险状态,与疾病状态重叠的下游部分为亚健康高风险状态。

这种基于健康风险的亚健康诊断,亚健康风险性更加突出,人们更加明确自己身体状况与健康状态之间的距离,从而提高人们对亚健康状态风险的认识,潜意识地激发人们参与健康促进活动的积极性,增强人们缩小与健康状态之间距离的自主性。因此,诊断距离健康的程度即亚健康风险分级具有高度实践意义,更有利于全民健身工作的开展。

### 2.2 亚健康评价体系的构建

基于当前亚健康理论辨析结果进行亚健康评价体系构建时尤其要注意:(1)在汲取中医理论的“治未病”精髓的同时,也考虑中医理念下的亚健康推广受限的现实以及评价体系应与国际接轨,以保证重构理论可以推广,因此诊断时采用较为客观的现代医学中的量化指标而不是主观感受效果较为适宜。(2)不能脱离健康内涵谈亚健康,但鉴于健康概念的实践意义与疾病

排除法实际操作均受限,也不能局限于健康概念界定亚健康,但流行病学常规检查以发现常见慢性病的发展趋势符合亚健康诊断目的意义。因此,亚健康的诊断要通过指标测定评价而不宜采用健康、疾病排除法。(3)现代生物-医学-社会三维模式下的健康概念全面,但交叉学科过多,实践中因考虑过多而往往不能聚焦,亚健康的评价反而不准确。因此,平衡好侧重点至关重要。(4)健康应具有层次性,刘勇<sup>[31]</sup>曾提出健康层次性观点,认为:健康三要素,即躯体、心理和社会适应在不同性别、年龄和环境存在差异性。理由是人的一生中,不同时期的心理特征、生理特点有明显的差异性,社会适应能力更是表现为“由弱到强”,然后“由强到弱”的变化规律。若只考虑健康三要素而忽略不同年龄时期的各方面差异,就会形成只有各方面表现为“成熟期”的中年才能算得上“完好”健康状态,这与实际不符。

#### 1) 亚健康评价指标体系的构建。

基于上述亚健康重构指导思想,借鉴国民体质指标与 21 世纪常见慢性病的监测指标作为亚健康评价指标体系筛选思路较为合理。

(1)国民体质监测在我国已有多年历史,体质监测已走向成熟,且随着科技的高速发展,常见慢性病的血液指标的检测变得更加简捷。体质指标和血液指标评价均属定量分析,这保证了评价的易于操作和科学性,也更易于与国际接轨,有利于推广。

(2)体质与健康有着必然的联系,并未脱离健康内涵而就亚健康而言:一方面,体质是健康的前提和基础,失去了良好的体质,健康就是无源之水,无本之木;另一方面,健康是良好体质的归宿和最终目标。体质的状况在一定程度上能反映出健康水平,如果一个人有良好的体质,就表示他有良好健康的可能性,因为较高的健康水平建立在良好的体质基础上<sup>[32]</sup>。每个人都有自己的体质特点,人的体质特点或隐性或显性地体现于健康或疾病过程中。有研究认为,有什么样的体质状况,就可能有什么样的健康状态。

(3)流行病学常规检查纳入亚健康诊断。随着疾病谱扩宽和医学模式的转变,21 世纪的疾病重点已由过去传染病和营养不良转向由心理、社会、生物行为等引起的一些常见慢性病,包括高血压、脑血管病、癌症、糖尿病、冠心病等<sup>[33]</sup>。卓泉<sup>[34]</sup>研究表明:亚健康突出表现是:“三减退”、“三高一低”、“五病综合征”,即这类指标偏高但未达到疾病诊断水平。显然,准确评定一个人的健康潜在威胁,测试当前常见慢性病相关的血液指标潜在性边缘化非常必要。

(4)当前国民体质测试中,均考虑到年龄、性别、

环境(城乡)等因素,各个不同条件下,其评价标准也不同。因此,采用体质指标更具有层次性,更符合当前实际。综上所述,采用体质指标与慢性病相关指标进行亚健康评定,侧重点突出,具有科学性、合理性。然而,以此角度理解和界定亚健康状态未见报道。

#### 2) 基于亚健康风险分级的评价。

体质健康评价是亚健康风险分级的基础,科学性理论指导是综合评价的关键。

##### (1) 模糊数学理论在体质健康评价中的应用。

模糊数学(模糊集)是由美国 Zadeh 教授最先提出的。为了表示模糊概念,需要引入模糊集合和隶属函数的概念<sup>[35]</sup>:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & x \in A \\ (0,1) & x \text{ 属于 } A \text{ 的程度} \\ 0 & x \notin A \end{cases}$$

其中  $A$  称为模糊集合,由 0、1 及  $\mu_A(x)$  构成,表示元素  $x$  属于模糊集合  $A$  的程度,取值范围为  $[0, 1]$ ,称  $\mu_A(x)$  为  $x$  属于模糊集合  $A$  的隶属度。

在人体体质健康研究中,人体的体质好坏界限同样存在模糊现象,不能简单地使用“是”或“否”来描述,只能描述为“在多大程度上是”或“在多大程度上否”。无疑,使用隶属度描述其与“是”或“否”的关联程度更为科学、合理。例如,设  $A$  为“体质好”的模糊集,某受试者  $\mu_0$  属于“体质好”的隶属度为  $\mu_A(\mu_0)=0.9$ ,属于“体质差”的隶属度为:  $\mu_A(\mu_0)=1-0.9=0.1$ 。

不难看出,采用隶属度的表达形式有利于解决亚健康与健康、疾病边界模糊而难以描述难题,然而过去应用于体质评价中却较为少见,1987 年马生全等<sup>[36]</sup>对兰州市 3 582 名城乡男女学生体质进行整体评价,这是模糊数学在体质评价中的首次应用。总体上,模糊数学在体质健康评价中应用少见,但科学性和适用性逐渐得到认可,但在论及模糊函数建立时不够明确,影响了其推广范围。

##### (2) 评价中的权重问题及层次分析法的运用。

何种赋权(权重)法更为合理、科学,应用等权法与加权法来处理体质综合评价时效果是否一致,是体质研究的薄弱环节。一些学者对体质进行综合评价时,采用回归分析法、百分位数法、“均值  $\pm$  标准差”等方法,然因各种原因或困难而最终在推广中受限和被质疑<sup>[36]</sup>。层次分析法的出现为科学的分配权重提供了重要思路<sup>[37]</sup>。

总之,过去仅有的这部分研究主要集中于大学生体质评价,但因其选择指标要么未与国际接轨,要么

确定权重时选择的专家层次不够等原因而没有得到有效推广<sup>[38-39]</sup>。

### (3)健康风险分级。

依据模糊评价结果,对照人体体质健康分级示意图,如图 1 所示。AB 为健康与亚健康重叠区,定义为亚健康上游或者亚健康低风险区;CD 为疾病与亚健康重叠区,定义为亚健康下游或者亚健康高风险区,而 BC 段定义为亚健康中游或者亚健康中等风险区。BC 段可以根据需要继续划分为中上游和中下游。

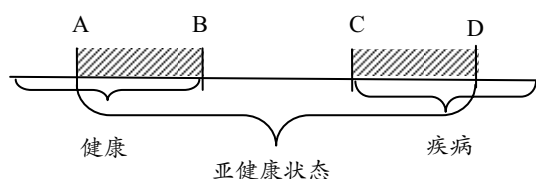


图 1 依据体质健康综合评价的健康风险分级示意图

## 3 结论

(1)对当前亚健康的评估手段分析表明:对亚健康的理解不同,采用的诊断方法也不同,对于确定一个为大众所接受的亚健康判定标准并未统一,致使以往研究中,采用不同的定义和标准从而出现各研究结果之间差异显著,难以进行横向比较,不利于研究成果的运用与推广。

(2)基于 FSH 理论与健康风险分级理念下的亚健康可以理解为:亚健康状态是部分功能远离各自 FSH,对外界非常敏感,但还没有任何疾病的症状。亚健康介于健康与疾病之间的中间状态,处于动态变化过程,其上游部分与健康状态重叠,其下游部分又与疾病相重叠,在重叠部分可能与健康或疾病状态模糊而难以区分,与健康状态重叠的上游部分为亚健康低风险状态,与疾病状态重叠的下游部分为亚健康高风险状态。过去针对亚健康的判定无论是量表还是生化检测,传递的信息是处于亚健康状态,而并未明确亚健康风险程度,致使亚健康群体对健康威胁意识感受不强,并未真正引起其重点关注,等真正感受到时或许已经进入需要疾病治疗阶段,而此种健康风险分级甚至健康风险系数诊断亚健康程度的思路,被测对象将更加明确自己的健康状况以及所处位置,充分体现基于健康风险分级语境下的亚健康诊断的实践意义。

## 参考文献:

[1] 赵瑞芹,宋振峰. 亚健康问题的研究进展[J]. 国外医学: 社会医学分册, 2002, 19(1): 10-13.  
[2] 寇建民,马文海,苏静. 对知识分子亚健康状态的

调查研究[J]. 北京体育大学学报, 2007, 30(1): 51-53.

[3] 龚海洋,王琦. 亚健康状态及其中医学研究进展述评[J]. 北京中医药大学学报, 2003, 26(5): 1-6.

[4] Zhao N, Hu W H, Yuan Z Z. Analysis of symptom compositions in sub-health insomnia patients of Yin deficiency fire hyperactivity syndrome and Xin-Pi deficiency syndrome[J]. Chinese Journal of Integrative Medicine, 2011, 31(4): 500-503.

[5] Liu T C, Liu R, Zhu L, et al. Homeostatic photobiomodulation[J]. Frontiers of Optoelectronics in China, 2009, 2(1): 1-8.

[6] 刘承宜,朱平. 低强度激光鼻腔内照射疗法[M]. 北京:人民军医出版社, 2009.

[7] 王育学. 亚健康——21 世纪健康新概念[M]. 南昌:江西科学技术出版社, 2002.

[8] 贾丹兵,李春杰,李乃民. 论疲劳与“亚健康”的关系[J]. 中华中医药学刊, 2010, 5(28): 938-939.

[9] Peters S, Wearden A, Morriss R, et al. Challenges of nurse delivery of psychological interventions for long-term conditions in primary care: a qualitative exploration of the case of chronic fatigue syndrome/myalgic encephalitis[J]. Implement Sci, 2011, 6(1): 132.

[10] Cook D B, Stegner A J, Nagelkirk P R, et al. Responses to exercise differ for chronic fatigue syndrome patients with fibromyalgia[J]. Med Sci Sports Exerc, 2011, 44(6): 1186-1193.

[11] 叶芳. 改进德尔菲(Delphi)法研究亚健康的描述性定义及评价标准[D]. 北京:中国协和医科大学, 2008.

[12] 刘保廷,何丽云,谢雁鸣,等. “亚健康状态调查问卷”的设计思想与内容结构[J]. 中国中医基础医学杂志, 2007(5): 382-387.

[13] 韩标,孔晶,刘伟,等. 亚健康状态躯体症状自评量表的编制及信度、效度检验[J]. 中国心理卫生杂志, 2007(6): 21-23.

[14] 汪向东. 心理卫生评定量表手册[M]. 北京:中国心理卫生杂志社, 1999.

[15] 齐兰芳,王红玉,高颖. 亚健康状态人群生存质量与症状测评[J]. 北京中医, 2005(1): 23-25.

[16] 邱彩花. “亚健康”状态及其向健康转化情况的调查性研究[J]. 解放军护理杂志, 2004(2): 23-24.

[17] 马海鹰,肖蓉,张小远,等. 潜艇官兵心理亚健康影响因素的分析[J]. 第四军医大学学报, 2006(4): 316-318.

- [18] 张创成, 黄忠明, 万军. TDS 检测解读亚健康的新方法[J]. 福建医药杂志, 2004, 26(1): 95-96.
- [19] Lenoble P, Kheliouen M, Bourderont D, et al. Screening diabetic retinopathy using a telediagnosis system. Results of the upper Rhine survey[J]. J Fr Ophthalmol, 2009, 32(2): 91-97.
- [20] Cannon W B. The wisdom of the body[M]. New York: WW Norton & Company, 1932.
- [21] Jones D S. Textbook of functional medicine[M]. Gig Harbor, Wash: The Institute for Functional Medicine, 2006.
- [22] Kryzhanovsky G N. Some categories of general pathology and biology: health, disease, homeostasis, sanogenesis, adaptation, immunity: New approaches and notions[J]. Pathophysiology, 2004, 11(3): 135-138.
- [23] Ji L L, Gomez-Cabrera M C, Vina J. Exercise and hormesis: activation of cellular antioxidant signaling pathway[J]. Ann N Y Acad Sci, 2006, 1067: 425-435.
- [24] Poon C S, Tin C, Yu Y. Homeostasis of exercise hyperpnea and optimal sensorimotor integration: the internal model paradigm[J]. Respir Physiol Neurobiol, 2007, 159(1): 1-13, 14-20.
- [25] De Souza M J, Williams N I. Physiological aspects and clinical sequelae of energy deficiency and hypoestrogenism in exercising women[J]. Hum Reprod Update, 2004, 10(5): 433-448.
- [26] Alvarez J A, Ashraf A. Role of vitamin d in insulin secretion and insulin sensitivity for glucose homeostasis[J]. Int J Endocrinol, 2010: 351385.
- [27] Dreux M, Chisari F V. Viruses and the autophagy machinery[J]. Cell Cycle, 2010, 9(7): 1295-1307.
- [28] Liu T C Y, Liu Y Y, Wei E X, et al. Photobiomodulation on stress[J]. International Journal of Photoenergy, 2012: 628649-1-628649-11.
- [29] Lu P, Rangan A, Chan S Y, et al. Global metabolic changes following loss of a feedback loop reveal dynamic steady states of the yeast metabolome[J]. Metabolic engineering, 2007, 9(1): 8-20.
- [30] 王军. 中年脑力劳动者亚健康状态与健康体质测试的比较分析[J]. 首都体育学院学报, 2007, 19(4): 56-58.
- [31] 刘勇. 人类健康层次性新观点的提出及亚健康的归属和 WHO 健康定义的缺陷[J]. 慢性病学杂志, 2010(1): 4-6.
- [32] 郝树源. 论体质与健康[J]. 体育学刊, 2002, 9(2): 124-127.
- [33] 王天星. 基于心脏储备的亚健康评估系统的初步研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2004.
- [34] 卓泉, 王军. 亚健康状态的类型及原因分析[J]. 局解手术学杂志, 2004, 13(1): 36-37.
- [35] 张国立, 张辉, 孔倩. 模糊数学基础及应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011.
- [36] 马生全, 青峰. 应用模糊数学方法对学生体质的综合评价[J]. 西北民族学院学报, 1987(1): 60-66.
- [37] 杜栋, 庞庆华, 吴炎. 现代综合评价方法与案例精选[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008: 11-19.
- [38] 肖功洪, 吴翔. 体质综合评价的数学模型[J]. 中国科技信息, 2010(4): 160-161.
- [39] 何争流. 模糊统计在体质综合评价中的应用研究[J]. 浙江体育科学, 1997, 19(1): 60-62.

