

DOI:10.13288/j.11-2166/r.2023.19.011

基于改进雷达图的中医体质健康状态综合评价研究

赵心源¹, 朱燕波^{1,2}✉, 丛建妮², 龙利群¹, 吕晓颖², 张千²

1. 北京中医药大学管理学院, 北京市房山区阳光南大街与白杨东路交叉口东北角, 102488; 2. 北京中医药大学中医学院

[摘要] **目的** 基于改进雷达图对中医体质健康状态进行综合评价, 旨在更直观全面地呈现中医体质健康状态。**方法** 回顾性收集 2013 年 2 月至 2014 年 1 月在广东省中医院珠海医院治未病中心完成为期 26 周中医体质综合干预项目研究的受试者临床资料, 按照性别、年龄设置青年男性组、青年女性组、中年男性组、中年女性组、老年男性组和老年女性组。分析 3 个时间点 [干预前 (T1)、干预 13 周 (T2)、干预 26 周 (T3)] 中医体质量表的 9 种基本中医体质测评信息和健康调查简表 (SF-36) 测评的生命质量信息。对 9 种基本中医体质评分绘制改进雷达图进行中医体质健康状态综合评价的可视化呈现, 并提取图形特征函数 (面积 S 值、周长 L 值), 构建体质综合健康指数 (H 值); 采用斯皮尔曼相关分析法分析 H 值与 SF-36 总分的相关性。**结果** 共纳入分析 509 例受试者临床资料, 其中老年男性组 45 例, 老年女性组 76 例, 中年男性组 60 例, 中年女性组 140 例, 青年男性组 53 例, 青年女性组 135 例。中医体质健康状态综合评价雷达图显示, 各组在 T3 时雷达图总面积较 T1 时均有所升高, 青年人群升高最明显, 而中年人群在 T2 时出现部分体质扇形面积较 T1 时降低的情况; T3 时同年龄段女性的雷达图形状较男性更均衡。计算改进雷达图的图形特征函数, 老年人群的 S、L、H 值较同性别中年、青年人群更高; 青年人群的图形特征函数升高比例最高。T3 较 T1 的评价函数显示, S 值平均增长率为 26% (中年人群 11%、老年人群 14%)、L 值平均增长率为 22% (中年人群 10%、老年人群 10%)、H 值平均增长率为 22% (中年人群 10%、老年人群 9%); T3 时同年龄段女性的 S 和 L 值低于男性, 但 H 值高于男性。所有受试者 H 值与 SF-36 总分的相关系数为 0.662 ($P < 0.01$)。**结论** 基于改进雷达图的中医体质健康状态综合评价模型能够更整体、直观地呈现中医体质健康状态和干预效果, 临床调节体质应以达到体质健康状态动态平衡为干预思路, 从整体把握部分, 注重 9 种中医体质的平衡。

[关键词] 中医体质; 兼夹体质; 健康状态; 雷达图; 综合评价模型

兼夹体质是客观存在的体质类型, 是指同一个体同时具有两种及以上偏颇体质的状态^[1]。其体质类型组合种类繁多、组合方式复杂, 辨识和干预的难度较大。既往研究在分析兼夹体质时主要关注某一种体质的独立作用, 这类方法限制了中医整体观视角下对不同体质类型兼夹状况的解读, 难以准确反映整体的健康状态, 在实际应用时可能会影响体质辨识的准确度和干预效果^[2]。兼夹体质并不是不同偏颇体质的简单相加, 而是不同偏颇体质叠加时呈现的整体健康状态^[3]。在兼夹体质普遍存在的现实背景下, 整体健康状态的综合评价和精准辨识成

为当前中医体质学研究的重要方向之一。近年来, 研究者利用雷达图对中医领域的复杂多维数据进行可视化处理^[4], 其中就包括对兼夹体质的综合评价^[5]。雷达图可以从图形直观的形态上对所有体质类型 (即 9 种基本中医体质类型, 看作维度概念) 作出综合评价, 且通过叠加不同时点的雷达图, 还可以判断体质的变化情况。但在基于 9 种基本中医体质类型的中医体质量表中, 平和质与 8 种偏颇体质得分的方向不同, 再加上传统雷达图有计算结果不唯一的缺陷^[6], 所以未能在雷达图定量分析上找到合适的解决方法。本研究基于雷达图的改进方法, 构建中医体质健康状态综合评价模型, 通过对雷达图图像形态及其数学特征的精确描述, 从整体多维的角度挖掘体质评价结果, 旨在更直观全面地

基金项目: 北京中医药大学“揭榜挂帅”项目 (2022-JYB-JBZR-036); 北京市自然科学基金 (7222282)

✉ 通讯作者: yanbo0722@sina.com

呈现中医体质健康状态,也为雷达图在中医体质综合评价的运用提供临床依据。本研究已通过北京中医药大学伦理委员会审批(批准号:2012BZHYLL 0301)。

1 资料

1.1 数据来源

回顾性收集前期实施的中医体质综合干预项目研究中的受试者资料。该项目于2013年2月至2014年1月在广东省中医院珠海医院治未病中心实施,由经过统一培训的具有中医教育背景的医生邀请符合研究条件的受试者参与研究。受试者为年龄 ≥ 18 岁于治未病中心体检的社区居民,能独立完成问卷调查,知情同意且自愿接受中医体质综合干预项目和相关调查研究。该项目干预方案包括情志、饮食、起居、运动和经络5个方面,总体原则为:1)保持情绪稳定,心情愉悦;2)饮食均衡合理;3)生活起居有规律,睡眠充足;4)坚持适量运动;5)日常注意穴位保健。各体质的具体干预方案根据9种基本中医体质的不同特点而展开,全程干预26周。

1.2 纳入标准

1) 年龄 ≥ 18 岁,男女不限;2) 完成全程26周中医体质综合干预项目研究,并记录干预前、干预13周、干预26周3个时间点的相关调查信息。

1.3 排除标准

受试者资料缺失,所收集调查信息数据不完整。

2 方法

2.1 资料收集

收集受试者性别、年龄等一般社会人口学信息,以及中医体质质量表、健康调查简表(SF-36)信息。中医体质质量表包括9个亚量表,对应平和质、气虚质、阳虚质、阴虚质、痰湿质、湿热质、血瘀质、气郁质、特禀质9种基本中医体质类型(可看作9个维度)。各亚量表转化分数为0~100分,得分越高,该种体质倾向越明显^[7-8]。健康调查简表(SF-36)可综合评价被调查者生理功能、生理角色、身体疼痛、一般健康、活力、社交功能、情感角色、精神健康8个维度及其生理、心理两大领域和总体生命质量,转化分数均为0~100分,得分越高,生命质量越好^[9]。

2.2 数据分组和描述

根据实际分析需要,以性别、年龄因素为依据

对受试者进行亚组划分,定义18~40岁为青年,41~60岁为中年,61岁及以上为老年。设置青年男性组、青年女性组、中年男性组、中年女性组、老年男性组、老年女性组共6个亚组。将干预前、干预13周、干预26周分别记为T1、T2、T3共3个时间点。描述统计方面,分类变量以例数和百分比(%)表示,连续变量符合正态分布以均值 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。

2.3 体质得分归一化处理

对体质得分进行归一化处理是为了使9种基本中医体质的得分同向化和无量纲化。本研究归一化处理采用模糊集合论的隶属度校准方法^[10],模糊集是一类具有连续隶属度等级的对象,由隶属度函数来表征,该函数赋予每个对象介于0到1的隶属度等级。真实世界中无法严格区分体质的倾向程度,规定其得分达到具体标准时属于某种体质的方法在某种程度上是机械的,如40分属于该体质而39分就不属于,并不符合临床实际。模糊隶属度校准则可以较好地保留体质信息整体性和复杂性。

隶属度代表体质得分属于某种体质类型的程度,校准后所有数据均介于0到1的范围,处于同一数量级。校准需要使用3个定性锚点来进行,本研究参考定性比较分析(QCA)的模糊隶属度校准阈值^[11]:0.05分位得分(完全不隶属)、0.5分位得分(交叉点)、0.95分位得分(完全隶属)。校准后将除平和质外的其他8种偏颇体质转换为其原来集合的“非集”,即取原条件变量的相反值,使之与平和质集合的方向一致,以方便进行综合评价。模糊隶属度校准使用fsQCA 3.0软件。

2.4 绘制改进雷达图及提取图形特征

雷达图法是一种适用于多维分析的图形评价法,具有形象直观的特点。中医体质综合评价涉及9个维度的数据,利用传统的统计方法很难深入挖掘其内在规律,引入雷达图法可涵盖9个维度的数据,有助于处理研究中的多维数据并探索相关规律。但传统雷达图绘制时指标间的顺序变化会导致标记点连接后得到的形状不相同,无法得到唯一的评价结果。鉴于此,本研究参考既往文献^[6,12]对传统雷达图进行适当改进。绘制步骤为:1)以0为圆心,先绘制一个单位圆;2)把归一化后的指标数据标注在对应的指标轴上;3)以0为圆心,以圆心到各指标轴上标记点为半径画扇形;4)依次连接相邻两个扇形的端点。在对改进雷达图进行定

量分析时,通常选取其面积和周长作为特征值。改进雷达图面积越大,说明评价对象越优;当面积一定时,周长越大说明各项指标越均衡。本研究参考既往文献^[12]构建中医体质健康状态综合评价雷达图模型的面积(S)和周长(L)公式(1)(2)如下:

$$S_j = \sum_{i=1}^9 \frac{\pi x_i^2}{9} \tag{1}$$

$$L_j = \sum_{i=1}^9 \frac{2\pi x_i}{9} \tag{2}$$

S_j 、 L_j 分别代表当前雷达图中扇形面积之和、周长之和, $j= (1, 2, \cdots, m)$, m 为评价对象的个数。根据这两项特征值构造评价向量,计算过程如式(3)和(4):

$$D_{j1} = \frac{S_j}{\max_{1 \leq j \leq m} \{S_j\}} \tag{3}$$

$$D_{j2} = \frac{L_j}{2\pi \sqrt{\frac{S_j}{\pi}}} \tag{4}$$

D_{j1} 表示第j个雷达图的面积评估值 S_j 与最大面积的比值; D_{j2} 表示第j个雷达图的周长评估值 L_j 与相同面积下圆周长的比值。本研究采用几何平均法来构建体质综合健康指数(H值),其值越大说明健康状态越好,计算过程如式(5):

$$H = \sqrt{D_{j1}D_{j2}} \tag{5}$$

绘制改进雷达图与评价函数计算使用MATLAB R2022b软件,并计算S值、L值、H值平均增长率,公式:末期值=初期值 $\times (1+r)^n$, r 表示年均增长率, n 表示测量时点差,求解出同年龄段男性和女性的 r 后平均得出。

2.5 SF-36总分与H值的相关性分析

中医体质量表与SF-36量表在测评方法、内容和内涵等方面具有一定的相似性和关联性,两者的测评方式都是自我评估,受试者主要依据自身主观感受对量表条目进行评价。既往研究^[13]表明,平和质得分与SF-36总分呈显著正相关,偏颇质得分与SF-36总分均呈显著负相关,说明中医体质量表的测评内容与SF-36总分具有较好的关联性;而体质兼夹状态与生命质量评估结果相关,体质兼夹程度越复杂,生命质量评估结果越差。为验证H值的可靠性,本研究以SF-36总分作为健康相关生命质量评价指标,采用斯皮尔曼(Spearman)相关分析法分析H值与SF-36总分的相关性。

3 结果

3.1 一般资料

本研究共纳入509例完成26周中医体质综合干预的受试者临床资料,其中男性158(31%)例,女性351(69%)例;年龄范围19~84岁,平均年龄(47.67±14.99)岁。老年男性组45例、老年女性组76例、中年男性组60例、中年女性组140例、青年男性组53例、青年女性组135例。不同组别受试者干预前一般资料见表1。

3.2 中医体质得分隶属度校准

为了更全面地了解干预的影响,以及随着时间推移效果的变化,将全部受试者干预前、干预13周、干预26周的所有样本合并(共1527例)为1个数据集,进行模糊隶属度校准,8种偏颇体质校准时取其非集,结果见表2。

表1 各组中医体质综合干预受试者干预前一般资料

Table 1	Baseline characteristics of participants having received comprehensive TCM constitution intervention in each group ($\bar{x} \pm s$)					
	老年男性组 (45例)	老年女性组 (76例)	中年男性组 (60例)	中年女性组 (140例)	青年男性组 (53例)	青年女性组 (135例)
年龄/岁	70.44±6.79	67.16±4.76	50.75±6.31	49.24±5.65	31.79±4.88	32.36±5.90
SF-36总分/分	76.31±15.53	66.99±17.83	78.01±16.26	74.38±15.30	73.24±15.19	70.47±14.91
中医体质得分/分						
平和质	68.19±12.91	58.60±14.13	64.33±14.77	58.74±14.81	61.04±17.07	54.38±15.46
气虚质	27.23±11.09	33.72±15.12	29.90±14.31	34.12±14.94	37.86±18.55	39.85±17.53
阳虚质	23.48±18.74	35.20±20.77	25.71±20.45	36.96±22.12	27.36±24.15	41.75±22.28
阴虚质	21.88±13.31	26.57±14.41	22.24±13.74	27.86±13.83	31.61±18.53	33.34±15.57
痰湿质	25.43±13.47	27.44±15.37	27.98±15.81	28.38±16.38	34.68±18.10	31.72±16.19
湿热质	23.98±13.62	20.67±13.70	30.62±17.87	25.44±15.83	37.18±21.78	35.40±16.51
血瘀质	28.01±13.14	39.99±12.38	25.92±12.69	37.45±13.96	24.33±14.36	37.67±12.88
气郁质	16.90±11.58	26.88±14.96	19.94±13.58	28.70±16.28	30.79±19.31	36.90±17.65
特禀质	23.26±17.34	20.44±15.63	19.94±14.97	19.79±13.66	19.81±15.75	22.25±17.34

注:SF-36,健康调查简表。

表2 中医体质综合干预受试者中医体质得分和模糊隶属度校准情况

Table 2 TCM constitution scores and fuzzy-set calibration of participants having received comprehensive TCM constitution intervention (分)

条件	平均值	最小值	最大值	完全隶属	交叉点	完全不隶属
平和质	62.26±14.63	6.25	100	81.30	62.50	43.80
~气虚质	32.99±15.39	0	87.50	14.30	32.10	53.60
~阳虚质	33.14±19.72	0	96.40	9.38	31.30	60.70
~阴虚质	25.47±14.26	0	78.10	8.12	25.00	43.80
~痰湿质	26.92±15.93	0	90.60	6.25	25.00	50.00
~湿热质	27.39±15.72	0	87.50	8.33	25.00	50.00
~血瘀质	29.73±13.98	0	82.10	10.70	28.60	46.90
~气郁质	26.47±15.82	0	89.30	7.14	25.00	46.40
~特禀质	19.68±14.54	0	75.00	3.57	17.90	40.74

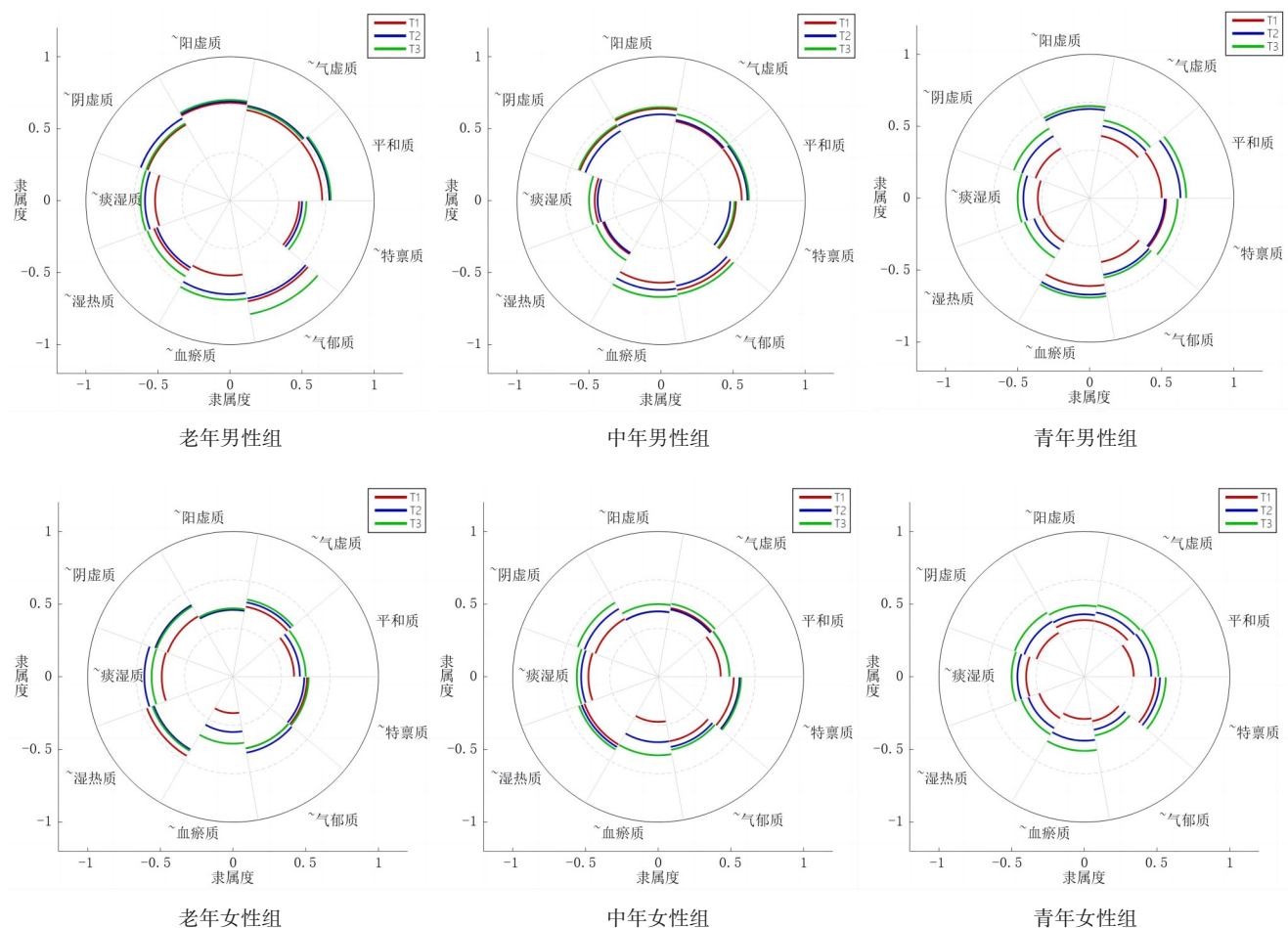
注：“~”表示逻辑运算中的“非”。

3.3 改进雷达图绘制与综合评价指标计算

雷达图体现的是9种基本中医体质共存下的健

康状态，通过绘制的改进雷达图，可以直观地观察到T1、T2和T3时点下，不同人群的中医体质健康状态。图1示，T3时所有组别人群的雷达图总面积均比T1时有所升高，其中青年男性组和青年女性组的升高最明显，而中年男性组（如阳虚质、阴虚质、气郁质、特禀质等）和中年女性组（如气虚质）在T2时出现部分体质扇形面积较T1时降低的情况。此外，雷达图形状更接近正圆提示各种体质越均衡，图1中可见同年龄段下女性的雷达图形状更接近正圆，为均衡型，而男性的雷达图形状为不均衡型。

表3示，通过计算改进雷达图的图形特征函数可以发现，从不同年龄段来看，老年人群的S、L、H值多较同性别中年、青年人群更高；青年人群的图形特征函数升高比例最高。分析T3较T1的评价函数，计算S值平均增长率为26%（中年人群11%、老年人群14%）、L值平均增长率为22%（中



注：T1，干预前；T2，干预13周；T3，干预26周；“~”表示逻辑运算中的“非”。

图1 各组中医体质综合干预受试者不同时点中医体质健康状态综合评价雷达图

Figure 1 Radar chart of comprehensive evaluation for health status of TCM constitution at different timepoints among participants having received comprehensive TCM constitution intervention in each group

表3 各组中医体质综合干预受试者不同时点中医体质健康状态综合评价结果

Table 3 Comprehensive evaluation of the health status of TCM constitutions at different timepoints among participants having received comprehensive TCM constitution intervention in each group

组别	T1			T2			T3		
	S	L	H	S	L	H	S	L	H
老年男性组	1.4498	3.7413	0.5200	1.5548	3.9658	0.5514	1.6487	4.1385	0.5757
老年女性组	1.0067	2.9583	0.5229	1.1874	3.1990	0.5658	1.1949	3.2778	0.5765
中年男性组	1.3293	3.4761	0.5397	1.2721	3.4217	0.5314	1.4058	3.7014	0.5754
中年女性组	1.0272	2.8762	0.4916	1.1503	3.1734	0.5402	1.2380	3.3883	0.5767
青年男性组	1.1381	2.9877	0.4703	1.2997	3.4050	0.5327	1.4328	3.6686	0.5754
青年女性组	0.7852	2.3062	0.4281	0.9508	2.7830	0.5171	1.1209	3.1079	0.5765

注：T1，干预前；T2，干预13周；T3，干预26周；S，面积；L，周长；H，体质综合健康指数。

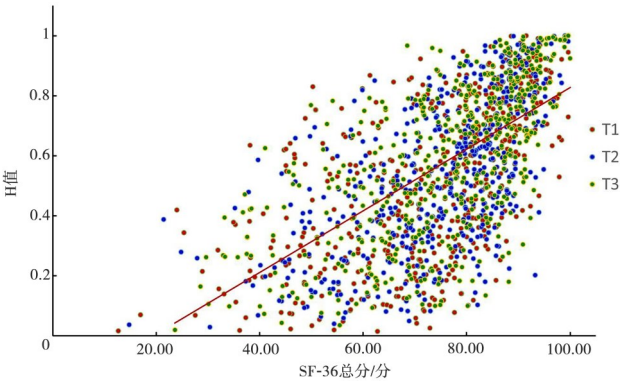
年人群10%、老年人群10%)、H值平均增长率为22% (中年人群10%、老年人群9%)；除中年男性外，其他组别人群在干预过程中S、L、H值都是升高的，T1到T2时中年男性的S、L、H值有降低迹象，T2到T3时回升。从不同性别来看，每个时点下同年龄段女性的S和L值均低于男性，但H值在T3时均稍高于男性。由于本研究的体质干预措施是针对得分最高的偏颇体质所制定，对单一偏颇体质的干预改善了该体质的健康状态，但也影响了体质整体健康状态的分布均衡性（在雷达图上表现为某一体质的扇形部分变化特别突出）。结合图1中女性的雷达图更为均衡，提示体质健康状态分布的均衡性与H值呈正相关，这可能是干预后男性H值低于女性的原因。

3.4 SF-36总分与H值相关性分析结果

Spearman 相关分析结果显示，受试者H值与SF-36总分的相关系数为0.662 ($P<0.01$)。中医体质干预受试者H值与SF-36总分分布散点图见图2。H值与SF-36总分呈中等程度相关，因此将H值应用于中医体质健康状态综合评价是科学可行的，二者均从生理和心理等多个角度对健康进行评估，体现了多维、整体的健康观。

4 讨论

既往体质辨识研究中，大多根据偏颇体质得分的最大值确定体质类型，对兼夹体质采用临界值判定的方法^[14]，这种方法在探讨单一体质的相关疾病防治或危险因素识别时可以提供有力的依据，但仅着眼于某一种体质的得分会造成其他体质信息的缺失，对兼夹体质的复杂性情况描述不够完整^[2]。如王哲生等^[15]采用关联规则的数据挖掘方法对广东省727例健康人的中医兼夹体质分型进行关联分析，发现体质兼夹的相关规则15条，有较强的科



注：SF-36，健康调查简表；T1，干预前；T2，干预13周；T3，干预26周；H值，体质综合健康指数。

图2 中医体质综合干预受试者H值与SF-36总分分布散点图
Figure 2 Scatter plots of H value and SF-36 total score among participants having received comprehensive intervention based on TCM constitutions

学性和实用性，但结果较为繁杂；姚实林等^[16]运用交叉表法和数字编码法，对两种及以上的兼夹体质情况进行研究，能够有效克服兼夹体质复杂多变的问题，但其分析过程较为繁琐，难以快速得出结论。在兼夹体质普遍存在的现实背景下，中医体质综合评价对于体质分类理论的深入研究以及体质干预等方面都有着现实意义。

本研究基于改进的雷达图进行了中医体质健康状态综合评价，涵盖9种基本中医体质，可看作是9种兼夹体质共存下的健康状态。结果显示，老年人群的H值相较同性别中年、青年人群更高，青年人群的体质干预效果最明显，而中年男性的体质健康状态在干预过程中出现过下降趋势。出现该结果的原因，可能是生活行为习惯和社会经济地位对体质健康状态产生了影响。中医体质是人体生命过程中，在先天禀赋和后天获得的基础上所形成的形态结构、生理功能和心理状态方面综合的、相对稳定

的固有特质,蕴含着“生物-社会-心理”医学模式的思想^[17]。青年人群虽具有生理上的优势,但由于不健康的工作、生活习惯,日久损伤气血阴阳平衡,形成各种偏颇体质,从而影响整体的健康状态。而青年人群气血充盛,干预措施有助于纠正其气血阴阳失衡状态,故干预效果最明显,提示进行体质干预的年龄越小,健康收益越大。研究表明,良好的干预依从性对偏颇体质分数的降低和健康相关生命质量的提高都有显著的积极作用^[18]。中年人群,尤其是中年男性,多面临来自工作、家庭等多方面压力,可能因缺乏时间与精力而不能较好地完成既定的体质干预措施,故体质健康状态出现了下降趋势。因此,中年人群可提升对体质干预的依从性,有助于提高体质健康状态。老年人群在自我报告健康状况时倾向于报告较为积极的信息,这可能源于他们对疾病和健康问题有更高的适应性和忍受力。随着年龄的增长,部分人群的健康预期会发生改变,老年人群可能已经接受了自身会出现一定程度的衰退和疾病情况,健康预期会相对较低,故H值相对较好。相比老年人群而言,青年人群和中年人群对自己的健康状况有更高的期望,故在自我评价时可能会更加苛刻,这种健康预期的差异可能影响了不同年龄段人群在H值上的表现。

本研究结果还表明,H值应用于中医体质健康状态综合评价是科学可行的,体质健康状态的均衡性与H值呈正相关,所以体质干预时不仅要针对单一偏颇体质,还要考虑对体质整体健康状态均衡性的影响,从而使机体功能达到“阴平阳秘”的动态平衡,有效地改善机体状态。由于中医体质综合干预项目研究的干预方案是在不考虑体质兼夹情况下而针对得分最高的偏颇体质制定的,其仅着眼于某一种体质的得分变化,干预措施无疑是有效的^[7]。但以单维视角进行体质干预的效果评价,会对整体健康状态的信息造成缺失,忽略单一偏颇体质的干预对体质整体均衡性的影响。本研究中改进的雷达图从多维角度挖掘9种基本中医体质的内在规律,恰是体质整体均衡性的体现,可为解决兼夹体质评价的单维性问题提供参考。中医理论强调整体思维,认为人是一个有机的整体,构成人体的各个组成部分之间在结构上是不可分割的,在功能上是相互协调、相互为用的。体质辨识与干预过程中,应首先满足整体健康状态的动态平衡,在此基础上制定对某一种体质的干预措施,达到“用阴药无损于阳,用阳药无损于阴”的效果。9种中医体质并非

对立或排斥,虽然表现形式不同,但其含义都是人体生命活动中各种功能关系的体现,而疾病的产生本质是功能的失衡^[19]。《素问·至真要大论篇》中提到“谨察阴阳所在而调之,以平为期”的思想,即是以体质健康状态的动态平衡为干预所期望达到的最佳结果。因此,协调各体质间的平衡,是中医体质在“治未病”应用中的一个重要原则^[20]。只有秉持整体的视角和思维,才能准确地把握体质健康状态的全貌,从而对其进行精准的测量与干预。

本研究使用改进雷达图构建中医体质健康状态综合评价模型,对体质整体健康状态和干预效果进行综合评价,也为兼夹体质的辨识提供了新方法。临床调节体质应以达到体质健康状态动态平衡为干预思路,从整体把握部分,注重9种中医体质的平衡,重视整体健康状态均衡的自和机制。本研究的局限性在于样本代表性不足,纳入的对象主要为女性,且都来自同一地区,结果可能存在一定的偏倚。希望未来能在全中国不同地区开展多中心、大样本、持续时间更长的中医体质纵向干预调查,进一步论证基于改进雷达图的中医体质健康状态综合评价模型的可靠性。

参考文献

- [1]朱燕波,虞晓含,史会梅.中医体质三个关键科学问题的实证研究概述[J].中医杂志,2018,59(13):1081-1085.
- [2]朱燕波.综合动态评价中医体质健康状态和干预效果的新思考[J].天津中医药,2022,39(9):1136-1140.
- [3]郭刚,吕雅郁,郑燕飞,等.中医体质学原理的复杂性解读[J].北京中医药大学学报,2015,38(7):437-440.
- [4]周晟,胡佳卉,孟庆刚.雷达图在中医药领域的应用探索[J].北京中医药大学学报,2018,41(1):9-13.
- [5]朱燕波.中医体质分类判定与兼夹体质的综合评价[J].中华中医药杂志,2012,27(1):37-39,封二.
- [6]程宝鹏,方洋旺,彭维仕,等.基于雷达图法的群智能算法综合性能评估[J/OL].北京航空航天大学学报.(2022-02-15)[2023-04-28].<https://doi.org/10.13700/j.bh.1001-5965.2021.0726>.
- [7]朱燕波,王琦,折笠秀树.中医体质量表的信度和效度评价[J].中国行为医学科学,2007,16(7):651-654.
- [8]朱燕波.生命质量(QOL)测量与评价[M].北京:人民军医出版社,2010:6.
- [9]李鲁,王红妹,沈毅.SF-36健康调查量表中文版的研制及其性能测试[J].中华预防医学杂志,2002,36(2):38-42.
- [10]ZADEH LA. Fuzzy sets [J]. Informat Control, 1965, 8(3):338-353.

- [11] PAPPAS IO, WOODSIDE AG. Fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA): Guidelines for research practice in Information Systems and marketing[J]. Int J Informat Manag, 2021, 58(6): 102310-102333.
- [12] PENG W, LI Y, FANG Y, et al. Radar chart for estimation performance evaluation[J]. IEEE Access, 2019, 7(8): 113880-113888.
- [13] 虞晓含. 中国成年人中医体质兼夹状况及其与健康结局的关系研究[D]. 北京: 北京中医药大学, 2019.
- [14] 中华中医药学会. 中医体质分类与判定(ZYYXH/T157-2009)[S]. 北京: 中国中医药出版社, 2009: 3.
- [15] 王哲生, 吴良琴, 黄梓彤, 等. 广东省 727 例健康人中医兼夹体质分型的横断面研究[J]. 中医杂志, 2020, 61(10): 876-880.
- [16] 姚实林, 张祖志, 杨新胜, 等. 基于 974 例调查数据的中医兼夹体质分析[J]. 中西医结合学报, 2012, 10(5): 508-515.
- [17] 王琦. 9 种基本中医体质类型的分类及其诊断表述依据[J]. 北京中医药大学学报, 2005, 28(4): 1-8.
- [18] 虞晓含, 朱燕波, 王琦, 等. 不同年龄人群中中医体质综合干预依从性及效果分析[J]. 中华中医药杂志, 2021, 36(4): 1863-1867.
- [19] 祝世讷. 中医系统论基本原理阐释[J]. 山东中医药大学学报, 2021, 45(1): 7-21.
- [20] 李倩茹, 王琦, 李玲孺, 等. 中医体质辨识在“治未病”中的应用[J]. 中医学报, 2019, 34(8): 1586-1589.

Comprehensive Evaluation of Health Status of Traditional Chinese Medicine Constitution based on Improved Radar Chart

ZHAO Xinyuan¹, ZHU Yanbo^{1,2}, CONG Jianni², LONG Liquan¹, LYU Xiaoying², ZHANG Qian²

1. School of Management, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing, 102488; 2. School of Traditional Chinese Medicine, Beijing University of Chinese Medicine

ABSTRACT Objective To present the health status of traditional Chinese medicine (TCM) constitutions more intuitively and comprehensively based on improved radar chart. **Methods** Participants who completed a 26-week comprehensive intervention based on TCM constitution from February 2013 to January 2014 in Zhuhai branch of Guangdong Provincial Hospital of Chinese Medicine were included in the study. They were divided into groups according to gender and age, i. e. young, middle-aged, and elderly male and female groups. TCM constitution scale and health survey short form (SF-36) were used to evaluate the 9 basic TCM constitution types and quality of life at three time points, including pre-intervention (T1), at 13-week intervention (T2), and at 26-week intervention (T3). The improved radar charts were drawn to visually present the comprehensive evaluation results on the health status of 9 TCM constitutions, and graphic features (area S value, perimeter L value) were extracted to construct a comprehensive health index for TCM constitutions (H value). Spearman correlation analysis was used to analyze the correlation between H value and SF-36 total score. **Results** Among the included 509 participants, there were 45 elderly male, 76 elderly female, 60 middle-aged male, 140 middle-aged female, 53 young male and 135 young female. The radar charts for comprehensive evaluation of TCM constitution health status showed that the total areas for all groups increased at T3 compared to T1, with the most significant increase in the young population. In the middle-aged population, the fan-shaped areas of certain constitutions decreased at T2 than T1. At T3, the radar chart shapes for females were more balanced than males in the same age group. By calculating the features of function graphs, it was found that the S, L, and H values for the elderly population were relatively higher than those for the middle-aged and young population with the same gender, and the young population increased by highest ratio. The values measured at T3 compared to T1 showed average increase of 26% for S value (11% for the middle-aged and 14% for the elderly), 22% for L value (10% for the middle-aged and the elderly each), and 22% for H value (10% for the middle-aged and 9% for the elderly). The female had lower S and L values, as well as higher H value than the male of the same age group measured at T3. The correlation coefficient between the H value of all participants and the total SF-36 score was 0.662 ($P < 0.01$). **Conclusion** The comprehensive evaluation model for the health status of TCM constitution based on the improved radar chart constructed in this study can present the health status of TCM constitutions and intervention effectiveness more comprehensively and intuitively. It is suggested to regulate the constitution in pursuit of the dynamic balance of the constitution health status, as well as consider the parts from the whole, and put focus on the balance of nine TCM constitutions.

Keywords traditional Chinese medicine constitution; accompanied constitution; health status; radar chart; comprehensive evaluation model

(收稿日期: 2023-04-28; 修回日期: 2023-05-22)

[编辑: 邓媛]