

食品安全对健康素养干预效果影响因素的建模分析

张乃心^{1*}, 张爱莲²

(1. 山西医科大学公共卫生学院, 太原 030001; 2. 忻州职业技术学院医学系, 忻州 034000)

摘要: 为了量化分析食品安全对健康素养干预效果的影响, 进行干预效果的量化建模分析, 提出一种基于统计分析方法的食品安全对健康素养干预效果影响因素的建模模型, 构建食品安全对健康素养干预的统计数据采样模型, 对采样的大数据结合人体健康生理特征监控方法进行信息建模, 采用大数据信息融合方法进行食品安全与人体健康素养的关联性评估, 结合模糊决策方法构建二者的关联决策模型, 采用区域分布性检验分析方法进行回归分析, 实现食品安全对健康素养干预效果影响因素的量化分析, 结合面板数据回归分析结果, 实现统计信息分析和大数据建模, 提高量化分析能力。食品安全对健康素养干预效果影响具有显著性, 该模型分析结果准确可靠。

关键词: 食品安全; 健康素养; 干预; 效果; 统计分析

Modeling and analysis of the influence factors of food safety on the effect of health literacy intervention

ZHANG Nai-Xin^{1*}, ZHANG Ai-Lian²

(1. School of Public Health, Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China; 2. Department of Medicine, Xinzhou Vocational School, Xinzhou 034000, China)

ABSTRACT: In order to quantitatively analyze the influence of food safety on the effect of health literacy intervention, a quantitative modeling model of the effect of food safety on the intervention effect of health literacy was proposed, and a modeling model of the influencing factors of food safety on the intervention effect of health literacy was put forward based on statistical analysis method. A statistical data sampling model of food safety intervention on health literacy was constructed, and the information model of big data combined with the monitoring method of human health physiological characteristics was established. Big data information fusion method was used to evaluate the relevance of food safety and human health literacy, fuzzy decision method was used to construct the model of association decision, and the regional distribution test analysis method was used to carry out regression analysis. The aims of the study were to realize the quantitative analysis of the influence factors of food safety on the intervention effect of health literacy, combined with the result of panel data regression analysis, realize statistical information analysis and big data modeling, and improve the ability of quantitative analysis. Food safety has a significant effect on the intervention effect of health literacy, and the results of the model are accurate and reliable.

KEY WORDS: food safety; health literacy; intervention; effect; statistical analysis

*通讯作者: 张乃心, 助教, 主要研究方向为大学生健康素养。E-mail: happy321123@163.com

*Corresponding author: ZHANG Nai-Xin, Teaching Assistant, School of Public Health, Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China. E-mail: happy321123@163.com

1 引言

随着大数据信息处理技术的发展, 将大数据分析和统计信息处理技术运用在食品安全评估和人体健康素养监测中, 结合人体的生理特征分析, 指导食品安全建设、医学检测和人体健康病理诊断等。采用数据统计分析和优化测试技术进行食品安全中的健康素养干预效果检测, 分析食品安全对健康素养影响的相关谱特征, 结合谱分析和数据统计分析模型识别方法, 提高对食品安全中的健康素养干预动态分析和识别能力^[1]。挖掘食品安全对健康素养干预效果的影响大数据量化特征, 结合特征提取和信息融合的方法, 提高健康素养干预效果, 避免食品安全对健康素养的负面影响。食品安全对健康素养的影响具有多重性, 采用多元线性回归分析方法分析食品安全对健康素养干预效果的影响, 结合大数据的信息聚类 and 自适应信息融合方法, 实现食品安全对健康素养干预效果的影响的定量分析^[2], 本文提出一种基于统计分析方法的食品安全对健康素养干预效果影响因素建模模型, 构建食品安全对健康素养干预的统计数据采样模型, 对采样的大数据结合人体健康生理特征监控方法进行信息建模, 采用大数据信息融合方法进行食品安全与人体健康素养的关联性评估, 结合模糊决策方法构建二者的关联决策模型, 采用区域分布性检验分析方法进行回归分析, 实现食品安全对健康素养干预效果影响因素的量化分析。最后进行实验测试分析, 展示了该方法在提高健康素养干预效果影响因素统计分析能力方面的优越性。

2 食品安全中的健康素养干预效果和特征分析

2.1 食品安全中的健康素养干预效果模型

为了实现食品安全对健康素养干预效果的影响建模分析, 首先给出食品安全中的健康素养干预效果的统计分析数学模型, 采用分段样本检测方法, 进行食品安全中的健康素养干预效果的原始数据采集^[3], 对采集的食品安全中的健康素养干预效果的统计数据进行处理, 给出食品安全中的健康素养干预效果的统计分析数学模型表达式为:

$$z(t) = a(t) + js(t) \otimes h(t) = s(t) + j \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{s(u)}{t-u} du \quad (1)$$

$$= s(t) + jH[s(t)]$$

上式中, $a(t)$ 称为食品安全中的健康素养干预效果统计特征量 $z(t)$ 的检测幅度, 有时也称为包络; $h(t)$ 称为量化回归分析的主成分分量, $s(t)$ 为食品安全中的健康素养干预效果的阶跃式传输函数, $z(t)$ 可由 $s(t)$ 通过傅立叶变换得到。

采用多核挖掘方法, 进行健康素养干预效果的双层特征数据挖掘定位^[4], 得到数据挖掘的节点定义为

$v_m, m \in [1, n]$ 。食品安全中的健康素养干预效果分布数据的统计分析特征量可写作:

$$\tilde{y}(t) = \iint_{\tau\phi} b(\tau, \phi) \exp[j2\pi\phi t] \tilde{f}(t-\tau) dt d\phi \quad (2)$$

其中, $b(\tau, \phi)$ 是健康素养干预多个项目测试指标集, $\tilde{f}(t)$ 为健康素养干预效果统计的频率成分, τ 为信息标记的扩展带宽, ϕ 为健康素养干预效果的频繁项集, 构建食品安全对健康素养干预的统计数据采样模型, 对采样的大数据结合人体健康生理特征监控方法进行信息建模^[5], 得到数据统计分析的谱分离结果为:

$$y(t) = \iint_{a,b} \rho(a, b) \frac{1}{\sqrt{|a|}} f\left(\frac{t-b}{a}\right) \frac{dad b}{a^2} \quad (3)$$

上式中, $f(t)$ 为等价类的概念估计值, $\rho(a, b)$ 为支持度计数, a 为食品安全的检测输出频率, b 为频移参数, 计算食品安全检测的候选项目为:

$$X_p(u) = F^p x(t) = F^\alpha [x(t)] = \int_{-\infty}^{+\infty} K_p(t, u) x(t) dt \quad (4)$$

其中, 食品安全检测的动态规划分配目标函数 $X_p(u)$ 可以表示为:

$$X_p(u) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1-j\cot\alpha}{2\pi}} e^{j\frac{u^2}{2}\cot\alpha} \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) e^{j\frac{t^2}{2}\cot\alpha - jt u \csc\alpha} dt & \alpha \neq n\pi \\ x(u), \alpha = 2n\pi \\ x(-u), \alpha = (2n\pm 1)\pi \end{cases} \quad (5)$$

其中, p 为负载均衡的阶数, 可以为任意实数, 旋转角 $\alpha = p\pi/2$, 设统计食品安全对健康素养干预效果数据时间序列采样的先验知识表示为 $\{x_i\}_{i=1}^N$, 按照序列 $y'(n)$ 的秩进行量化分布数据排列, 得到食品安全对健康素养干预效果原始序列为 $\{\delta x_i(j_k) = x_{jk} - x_i | k \in 1, 2, \dots, N_b\}$, 由此实现对食品安全于健康素养干预效果的特征建模。

2.2 干预效果的量化特征分析

采用大数据信息融合方法进行食品安全与人体健康素养的关联性评估^[6], 得到检测到的食品安全对健康素养干预效果的频谱特征为:

$$Y_p(u) = F^\alpha [y(t)]$$

$$= F^\alpha [s(t) + n(t)] \quad (6)$$

$$= F^\alpha [s(t)] + F^\alpha [n(t)]$$

通过自相关特征匹配, 得到食品安全对健康素养干预效果的统计特征预测的 4 阶累积函数为:

$$\hat{c}_{4Y}(n, \tau) = \hat{c}_{4S}(n, \tau) + \hat{c}_{4N}(n, \tau) \quad (7)$$

在数据统计分析的波束形成空间内, 根据先验数据分析结果进行二者的关联规则挖掘, 采用自适应回归分析

方法构建食品安全对健康素养干预效果数据的特征分量^[7], 研究食品安全对健康素养干预效果评估模型, 计算数据统计分析的时间宽度:

$$T^2 = \frac{4\pi}{E_x} \int_{-\infty}^{+\infty} (t-t_m)^2 |x(t)|^2 dt \quad (8)$$

用粗糙集算法进行食品安全对健康素养干预效果的统计特征的大数据规则性特征分析^[8], 在极限学习机下进行频率分量描述性统计分析, 得到:

$$B^2 = \frac{4\pi}{E_x} \int_{-\infty}^{+\infty} (v-v_m)^2 |X(v)|^2 dv \quad (9)$$

由于健康素养干预效果的统计大数据是严格周期平稳的, 由此得到盲源分离后的健康素养干预效果的统计特征分量为:

$$y_1(t) = A_1(t) \exp\{j2\pi[F(t-t_a)\ln(t-t_a) - F(t-t_a) - F \ln Dt + f_{e1}t]\} \quad (10)$$

得到食品安全对健康素养干预效果促进性调节模型为:

$$\min F = R^2 + A \sum_i \xi_i \quad (11)$$

$$s.t. : \|\phi(x_i) - o\|^2 \leq R^2 + \xi_i \text{ and } \xi_i \geq 0, i = 1, 2, \dots$$

$$\max \sum_i \alpha_i K(x_i, x_i) - \sum_i \sum_j \alpha_i \alpha_j K(x_i, x_j) \quad (12)$$

$$s.t. : \sum_i \alpha_i = 1 \text{ and } 0 \leq \alpha_i \leq A, i = 1, 2, \dots$$

谐波数据统计分析表示为:

$$y_2(t) = A_2(t) \exp\{j2\pi[F(t-t_a)\ln(t-t_a) - F(t-t_a) - F \ln Dt + f_{e2}t]\} \quad (13)$$

结合频谱特征分离方法分析食品安全中的健康素养干预效果, 采用大数据信息融合方法进行食品安全与人体健康素养的关联性评估, 实现健康干预效果的模糊度决策。

3 干预效果影响因素模型优化

3.1 统计特征分析

在上述构建的食品安全对健康素养干预的统计数据采样模型的基础上, 进行食品安全对健康素养干预效果影响因素建模, 提出一种基于统计分析方法的食品安全对健康素养干预效果影响因素建模模型^[9]。采用大数据信息融合方法得到特征检测输出为:

$$s(t) = \sqrt{s} u[s(t-\tau_0)] \quad (14)$$

采用窗函数对输出的健康素养干预效果统计大数据进行相关性特征分解, 进行食品安全中的健康素养干预效果检测和参数估计, 得到时频参数估计结果为:

$$\psi(s, \tau) = |\chi_{ws}(s, \tau)|^2 \quad (15)$$

式中, $\chi_{ws}(s, \tau) = \sqrt{|s|} \int_{-\infty}^{+\infty} u(t) u^*[s(t-\tau)] dt$, 根据上述算

法设计, 进行食品安全中健康素养干预效果的优化检测识别。得到一个二元输入的信息熵描述食品安全对健康素养干预效果影响的促进性因子, 为:

$$\begin{aligned} H(R^N) &= -\sum_{i=1}^M p(r_i) \log(p(r_i)) \\ &= -\sum_{i=1}^M p(x_i) \log(p(x_i)) \\ &= H(X^N) \end{aligned} \quad (16)$$

式中 M 为符号集中元素的个数。采用大数据分析, 构建食品安全对健康素养干预效果的大数据挖掘随机概率分布为:

$$\begin{aligned} H(X^N | Z^N) &= H(R^N, \varphi_g | Z^N) \\ &= H(R^N | Z^N) + H(\varphi_g | Z^N) - I(R^N; \varphi_g | Z^N) \end{aligned} \quad (17)$$

设食品安全对健康素养干预效果影响评估的分段统计的时间窗口函数为 $R_2^T R_2 = V_2 \sum_2 V_2^T$, 线程间负载均衡分布 $angle(X^N)$ 在 $[0, 2\pi)$ 上均匀分布时, R^N 与 φ_g 独立, 得到候选项目的支持度计数信息 $I(R^N; \varphi_g | Z^N) = 0$, 代入上式得:

$$H(X^N | Z^N) = H(R^N | Z^N) + H(\varphi_g | Z^N) \quad (18)$$

在遍历候选的健康评价项目内, 食品安全对健康素养干预效果的互信息传递函数描述为:

$$\begin{aligned} I(X^N; Z^N) &= H(X^N) - H(X^N | Z^N) \\ &= H(X^N) - H(R^N | Z^N) - H(\varphi_g | Z^N) \end{aligned} \quad (19)$$

当 $d_1 = d_2 = \dots = d_p$ 时, 食品安全对健康素养干预效果的统计特征信息满足收敛性条件, 结合定量递归分析, 在迭代次数 E_{total} 下进行迭代计算。

3.2 干预效果预测评估

采用大数据信息融合方法进行食品安全与人体健康素养的关联性评估, 结合模糊决策方法构建二者的关联决策模型, 假设大数据采集的特征信息为 $\{x(t_0 + i\Delta t)\}$, $i = 0, 1, \dots, N-1$, 采用量化回归分析方法构建食品安全与健康素养干预效果的描述性统计分析模型^[10,11], 对健康素养干预效果统计数据记性振荡随机化处理, 得到描述性统计特征量为:

$$D_{node}(i) = \frac{N_{node}^r(i)}{N_{node}} \quad 1 \leq i \leq N_{node} \quad (20)$$

在模糊约束控制下^[12,13], 食品安全对健康素养干预效果的统计分布的方差记为:

$$T(k) = T_0 \exp(-ck^{1/N_1}) \quad (21)$$

健康素养干预效果的全周期代价开销:

$$N = [\alpha_2 N_p] \tag{22}$$

式中系数 $\alpha_2 \geq 1$, 采用相关性 Hausman 检验方法进行稳健性分析, 得到模糊决策函数为:

$$X_{ij}^1 = X_{ij}^0 + V_{ij}^1 \tag{23}$$

$$V_{ij}^1 = V_{ij}^0 + c_1 \gamma_1 (P_{ij} - x_{ij}^0) + c_2 \gamma_2 (G_i - x_{ij}^0) \tag{24}$$

式中, 上角标 0, 1 分别表示健康素养特征监测的节点。根据大数据挖掘结果分析食品安全对健康素养的促进性因素, 当决策量化集 $T(\beta N_G) \geq T_{\min}$, 采用面板数据统计分析方法进行分段线性融合^[14,15], 更新函数为:

$$X_{ij}^1 = \alpha X_{ij}^0 + V_{ij}^1 \tag{25}$$

$$V_{ij}^1 = wV_{ij}^0 + c_1 \gamma_1 (P_{ij} - x_{ij}^0) + c_2 \gamma_2 (G_i - x_{ij}^0) \tag{26}$$

直到满足循环终止条件, 计算食品安全对健康素养干预的贡献度水平^[16], 采用区域分布性检验分析方法进行回归分析, 得到食品安全对健康素养干预效的预测模型输出为:

$$EST_1(v_i, p_q) = \max_{v_j \in prnt(v_i)} \{p_available(q), \tag{27}$$

$$EFT(v_j, p_m) + k \cdot C(v_j, v_i)\}$$

综上所述, 实现食品安全对健康素养干预效果影响因素建模, 实现流程如图 1 所示。

4 实证分析

为了测试本方法在分析食品安全对人体健康素养干预的影响效能, 采用 SPSS 19.0 统计分析软件进行实证分析, 食品安全与健康干预效能的统计信息采样样本数为 2000, 关联决策的训练样本集为 120, 食品安全对健康素养干预效果数据统计分析的初始采样率为 2 kHz, 终止采样率为 20 kHz, 仿真的迭代步数为 200~2000, 对统计样本的回归分析结果见表 1。

根据上述回归分析结果, 采用区域分布性检验分析方法进行回归分析, 实现食品安全对健康素养干预效果影响因素的量化分析, 得到食品安全对健康素养干预效果影响的关联性直方图分布如图 2 所示。

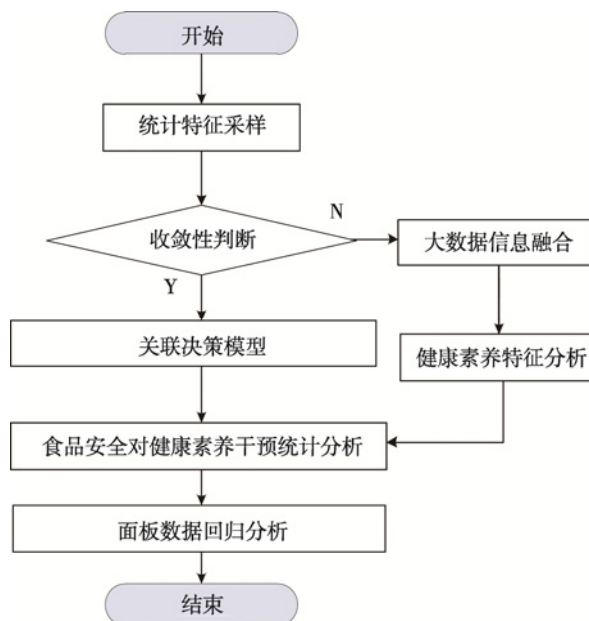


图 1 模型实现流程

Fig.1 Model implementation process

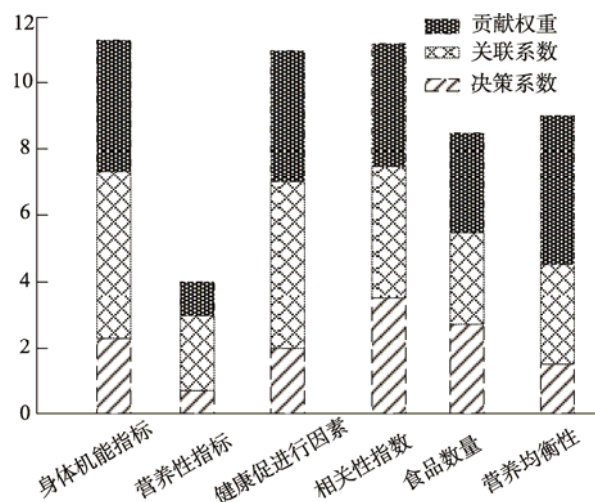


图 2 食品安全对健康素养干预效果影响的关联性直方图分布

Fig.2 Relevance histogram distribution of the effect of food safety on health literacy intervention

表 1 食品安全与健康干预的统计样本回归分析结果
Table 1 Statistical sample regression analysis of food safety and health intervention

	贡献权重			关联系数			决策系数		
	最小值	最大值	均值	最小值	最大值	均值	最小值	最大值	均值
身体机能指标	2.322	5.323	3.765	5.765	9.565	7.676	4.322	6.213	5.875
营养性指标	0.643	2.464	1.223	2.321	5.432	3.532	2.212	4.234	3.433
健康促进性因素	2.215	5.433	3.353	4.213	8.343	6.321	5.357	6.464	5.353
相关性指数	3.642	4.357	3.321	6.644	10.433	8.258	8.443	9.432	8.431
食品数量	2.876	3.454	2.256	5.321	9.554	7.432	5.343	6.486	5.535
营养均衡性	1.543	4.442	3.321	2.245	4.513	6.346	6.865	7.432	6.643

食品安全对健康素养干预效果具有显著性影响,相关性指数为 0.998,显著性指标为 0.892,该模型分析结果准确可靠。

5 结 语

采用数据统计分析和优化测试技术进行食品安全中的健康素养干预效果检测,提出一种基于统计分析方法的食品安全对健康素养干预效果影响因素建模模型,构建食品安全对健康素养干预的统计数据采样模型,对采样的大数据结合人体健康生理特征监控方法进行信息建模,采用大数据信息融合方法进行食品安全与人体健康素养的关联性评估,结合模糊决策方法构建二者的关联决策模型,采用区域分布性检验分析方法进行回归分析,实现食品安全对健康素养干预效果影响因素的量化分析,结合面板数据回归分析结果,实现统计信息分析和大数据建模,提高量化分析能力。食品安全对健康素养干预效果具有显著性影响。

参考文献

- 高洁文. 食品安全对人类健康的影响及对策[J]. 现代食品, 2017, (18): 27-29.
Gao JW. The influence of food safety on human health and the countermeasures [J]. Mod Food, 2017, (18): 27-29.
- 牛佳钰, 肖纯凌. 食品安全风险分析及对健康的影响[J]. 沈阳医学院学报, 2016, 18(3): 205-208.
Niu JY, Xiao CL. Food safety risk analysis and its impact on health [J]. J Shenyang Med Coll, 2016, 18(3): 205-208.
- 张舒仪, 石小亮. 食品安全对社会经济健康发展的影响及其应对策略[J]. 农村经济与科技, 2017, 28(17): 86-88.
Zhang SY, Shi XL. The impact of food safety on the healthy development of social economy and its countermeasure [J]. Rural Economy Sci Technol, 2017, 28(17): 86-88.
- 陈谊, 刘莹, 田帅, 等. 食品安全大数据可视分析方法研究[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2017, 29(1): 8-16.
Chen Y, Liu Y, Tian S, et al. A survey of visual analytical techniques for big data in food safety field [J]. J Comput-Aided Design Comput Graph, 2017, 29(1): 8-16.
- Badrinarayanan V, Kendall A, Cipolla R. SegNet: A deep convolutional encoder-decoder architecture for image segmentation [J]. IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell, 2017, 39(12): 2481-2495.
- Wei XS, Luo JH, Wu J. Selective convolutional descriptor aggregation for fine-grained image retrieval [J]. IEEE Trans Image Process, 2017, 26(6): 2868-2881.
- Razavian AS, Sullivan J, Carlsson S. Visual instance retrieval with deep convolutional networks [J]. ITE Trans Media Technol Appl, 2016, 4(3): 251-258.
- Zhang Y, Fu P, Liu W, et al. Imbalanced data classification based on scaling kernel-based support vector machine [J]. Neural Comput Appl, 2014, 25(3/4): 927-935.
- 焦贝贝, 郑风田. 我国地方食品安全现状分析及政府监管评估指标构建[J]. 食品工业, 2017, 25(2): 279-282.
Jiao BB, Zheng FT. Current situation analysis of local food safety in China and establishment of evaluation indicators for government supervision [J]. Food Ind, 2017, 25(2): 279-282.
- 顾璇, 李红影, 汤建军, 等. 安徽省蚌埠市中学生健康素养与心理亚健康症状相关因素分析[J]. 中国健康教育, 2017, 33(1): 8-11.
Gu X, Li HY, Tang JJ, et al. Analysis on health literacy and psychological sub-health symptoms and their related factors among middle school students in Bengbu, Anhui [J]. Chin J Health Educ, 2017, 33(1): 8-11.
- 杜维婧, 程晓丽, 柴燕, 等. 我国3省两类场所农民工传染病健康素养及影响因素分析[J]. 中国健康教育, 2017, (10): 889-893.
Du WJ, Cheng XL, Chai Y, et al. Analysis on status of infectious disease-specific health literacy and its influencing factors among rural migrant workers in 3 provinces of China [J]. Chin J Health Educ, 2017, (10): 889-893.
- 李家凯. 旅游食品安全与区域经济增长关系研究-以贵州省为例[J]. 食品工业, 2017, 38(10): 219-223.
Li JK. Study on the relationship between tourism food safety and regional economic growth: A case study of Guizhou province [J]. Food Ind, 2017, 38(10): 219-223.
- 陈雪, 黄智力, 罗键. 基于相对相似度关系的三角模糊数型不确定多属性决策法[J]. 控制与决策, 2016, 31(12): 2232-2240.
Chen X, Huang ZL, Luo J. Approach for triangular fuzzy number-based uncertain multi-attribute decision making based on relative similarity degree relation [J]. Control Decis, 2016, 31(12): 2232-2240.
- 张兴刚, 任淑敏. 社会化媒体环境下促进全民健康素养提升的探索[J]. 医学信息学杂志, 2017, 38(1): 11-16.
Zhang XG, Ren SM. Exploration in the improvement of the whole nation's health literacy in the socialized media environment [J]. J Med Intell, 2017, 38(1): 11-16.
- 赵黎芳, 成玉萍, 朱效宁, 等. 中小生家校互动食品安全健康干预效果评价[J]. 中国学校卫生, 2016, 37(1): 30-32.
Zhao LF, Cheng YP, Zhu XN, et al. Effect of health intervention on food safety based on home-school interact platform [J]. Chin J School Health, 2016, 37(1): 30-32.
- 张持晨, 段志光, 章娟, 等. 医学院校学生健康素养提升策略研究[J]. 医学教育管理, 2017, 3(5): 336-340.
Zhang CC, Duan ZG, Zhang J, et al. Research on the strategy of health literacy promotion among medical students [J]. Med Educ Manage, 2017, 3(5): 336-340.

(责任编辑: 苏笑芳)

作者简介



张乃心, 助教, 主要研究方向为大学生健康素养。

E-mail: happy321123@163.com