

社会网络视角下四川省藏族农区学校儿童猪囊尾蚴感染的传播与控制研究*

王庆志¹, 吴玉菊¹, 叶睿雪¹, 曹敏¹, 甘茂力¹, 李调英², 陈兴旺², 周欢^{1△}

1. 四川大学华西公共卫生学院 健康与社会行为学系(成都 610041);

2. 四川省疾病预防控制中心寄生虫病防治研究所(成都 610041)

【摘要】 目的 基于社会网络分析技术,探究猪囊尾蚴感染在四川省藏族农区学校儿童中的传播特点,并分析该地学校儿童整体社会网络结构,为进一步制订学校儿童猪囊尾蚴感染的预防与控制策略提供实证依据。方法 以四川省凉山州藏族农区两所猪囊尾蚴感染严重的寄宿制和走读制小学为调研现场,整群抽取两所小学的所有学校儿童作为研究对象。由经过统一培训的调查员收集学校儿童的社会网络信息,主要包括教室座次、宿舍床位、最好的玩伴、经常一起吃饭的同伴以及分享零食的小伙伴;由寄生虫专业人员采集学校儿童的粪样、血样,并进行实验室检测。采用社会网络分析技术对学校儿童中猪囊尾蚴“传染源-暴露感染者”网络及学校儿童的整体社会网络进行分析。结果 共收集 644 例学校儿童的社会网络资料,其中粪检猪带绦虫抗体阳性率为 6.11%,血清学检测抗体阳性率为 13.25%。学校儿童猪囊尾蚴“传染源-暴露感染者”网络呈现出以传染源为中心,暴露感染者向传染源聚集的现象;其中寄宿制小学主要以宿舍聚集性的传播为主,走读制小学主要以最好的玩伴间的传播为主。两所小学的整体社会网络分析,网络中均存在“核心人物”(点度中心度高,即该节点与网络中的其他节点拥有的关系数多)、“信息传播者”(接近中心度高,网络中某一节点与其他节点之间的接近程度高)及“信息枢纽”(中介中心度高,一个节点在多大程度上位于其他“点对”之间)。结论 在同一宿舍的密切接触及最好的玩伴之间的相互接触是四川省藏族农区学校猪囊尾蚴感染传播的主要途径,其学校儿童整体社会网络中的“核心人物”、“信息传播者”和“信息枢纽”是预防与控制的关键。

【关键词】 藏族农区 学校儿童 社会网络 猪囊尾蚴感染 传播与控制

A Social Network Perspective on the Transmission of *Cysticercuscellulose* Infections in Tibetan School Children in Sichuan WANG Qing-zhi¹, WU Yu-ju¹, YE Rui-xue¹, CAO Min¹, GAN Mao-li¹, LI Tiao-ying², CHEN Xing-wang², ZHOU Huan^{1△}. 1. Department of Health and Social Behavior Science, West China School of Public Health, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. Institute of Parasitic Diseases, Sichuan Center for Disease Control and Prevention, Chengdu 610041, China

△ Corresponding author, E-mail: zhouhuan@scu.edu.cn

【Abstract】 **Objective** To determine the transmission characteristics of *Cysticercuscellulose* infections from a social network perspective in Tibetan school children in Sichuan. **Methods** A cluster sampling strategy was adopted to select two primary schools with high level of *Cysticercuscellulose* infections in the Tibetan agriculture areas of Liangshan prefecture, Sichuan province. All of the students from the selected schools were enrolled in the study. Their social network data, including classroom seating, dormitory roommates, best playmates, and those who shared meals and snacks etc, were collected by trained investigators. Stool and blood samples of the students were collected for parasite detection. The transmission network of *Cysticercuscellulose* infections and the overall social network of school children were analysed. **Results** A total of 644 children participated in the study. *Taenia solium* were found in 6.11% of the stool samples and 13.25% blood samples returned with seropositive. The transmission was centered around the sources of infections: dormitory-clustering in the boarding school and playmate-clustering in the day school. The overall social network analysis revealed “core people” (more relationships), “information disseminators” (closer to other nodes) and “information hubs” (between two nodes) in both schools. **Conclusion** Close contacts in dormitories and playgrounds are the main sources of transmission of cysticercosis in the Tibetan schools. The “core people” “information disseminators” and “information hubs” are critical for the prevention and control of cysticercosis in the future.

* 斯坦福大学全球发展与贫困行动研究基金(No. 61085631)资助

△ 通信作者, E-mail: zhouhuan@scu.edu.cn

【Key words】 Agricultural areas of Tibetan School-aged children Social network
Cysticercuscellulose infection Transmission and control

猪囊尾蚴病(Cysticercosis)是一种人畜共患的食源性寄生虫病,人经粪口途径误食猪带绦虫(*Taenia solium*, Ts)虫卵后,虫卵在人体内各器官进一步发育为囊尾蚴所致^[1-2]。既往研究显示藏族农区属于猪囊尾蚴病的高发地区^[3-4],且不良的饮食卫生行为、人与人之间的密切接触是猪囊尾蚴病在人群中传播的重要影响因素^[5-6]。但大部分研究主要关注村民的感染状况,鲜有研究探索藏族农区学校儿童猪囊尾蚴病的传播与控制。在藏区生长的学校儿童,长期暴露在猪囊尾蚴病传播的环境中,且卫生行为习惯差,加之学校聚集性的密切接触,感染的风险势必严重^[7]。本研究团队2015年针对藏区学校儿童的一项研究结果显示学校儿童猪囊尾蚴感染严重^[8],远高于全国囊虫抗体阳性抽样调查结果^[9]。为探明藏区学校儿童猪囊尾蚴病感染严重的原因,本研究采用社会网络分析(social network analysis, SNA)技术,探究猪囊尾蚴病在藏族农区学校儿童中的传播网络特点,并分析该地学校儿童整体社会网络结构,为进一步制订学校儿童猪囊尾蚴病的预防及控制策略提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

2016年12月至2017年4月,以四川省凉山州木里藏族自治县农区猪囊尾蚴感染严重的寄宿制和走读制小学为调研现场,以两所小学的所有学校儿童作为研究对象。该研究获得四川大学医学伦理委员会审查通过(编号:K2015031),在调查前向每一位学生发放知情同意书并征得家长同意后开展调研。

1.2 抽样及调查方法

在四川省凉山州木里藏族自治县农区,选择猪囊尾蚴感染严重的寄宿制和走读制小学各一所,整群抽取样本小学的所有儿童。由经过统一培训的调查员,严格按照统一的社会网络表格,收集学校儿童教室座次、宿舍床位、最好的玩伴、经常一起吃饭的同伴及分享零食的伙伴等5种社会网络资料;同时由四川省疾病预防控制中心寄生虫病防治研究所专业技术人员负责采集学生的粪样、血样,经实验室检测获得学校儿童猪囊尾蚴感染传染源与暴露感染者资料。

1.3 传染源与暴露感染者界定

对采集的粪样,采用粪-PCR技术进行检测,鉴定粪抗原阳性且虫种为猪带绦虫者,则被判断为猪囊尾蚴病传染源^[4]。对采集的血样,采用猪囊尾蚴纯化抗原ELISA检测血清中的猪囊尾蚴抗体水平。根据非流行区的健康人血清的平均吸光度值与标准差确定阳性阈值为0.035,当吸光度值 ≥ 0.035 时,被判断为猪囊尾蚴抗体阳性,即猪囊尾蚴暴露感染者^[10-12]。

1.4 资料分析方法

对猪囊尾蚴感染数据采用Stata14.0软件分析粪检阳性率和血检阳性率。社会网络数据采用Pajek5.01软件进行社会网络分析,构建学校儿童猪囊尾蚴病“传染源-暴露感染者”网络,进行可视化判断,探索猪囊尾蚴病在学校儿童间的传播特点;然后依据该网络中5种关系进行分解,比较分解后的5种网络结构数据,判断猪囊尾蚴病“传染源-暴露感染者”网络的聚集性。此外,构建学校儿童整体社会网络,揭示学校儿童中社会网络的“关键人物”。

1.5 质量控制

调查前对调查员集中进行严格培训,统一调查标准,保证掌握统一的社会网络数据收集标准。

调查中调查员按照培训流程,以教室为单位组织学校儿童填写3种(最好的玩伴、经常一起吃饭的同伴及分享零食的伙伴)社会网络表;教室座次表和宿舍住宿表由调查员统一登记学校儿童的姓名和编码。调查员在学校现场对社会网络数据进行交叉检查,核对编码,确保数据的准确性。此外,由四川省疾病预防控制中心寄生虫病防治研究所专业技术人员对调查对象进行粪样和血样收集,血样及时在当地完成血清分离及冷藏。

调查后对收集的社会网络资料进行双人录入,然后进行一致性检验,从而保证数据质量的可靠性和准确性;调查对象的血样和粪样标本由四川省疾病预防控制中心寄生虫病防治研究所实验室的专业技术人员严格按照标准流程进行检测分析并报告结果。

2 结果

本次研究收集到全部644例学校儿童的社会网络资料。在粪样采集中,186例学校儿童没有或不愿意提供粪样,故收集有效粪样458份;在血样采集

中,146 例学校儿童害怕或不愿意采集血样,共采集有效血样 498 份。

2.1 学校儿童猪囊尾蚴感染

两所学校儿童粪抗原阳性且确诊为猪带绦虫者 28 例,猪囊尾蚴感染率为 6.11%;血清学猪囊尾蚴

抗体感染阳性者 66 例,猪囊尾蚴暴露率 13.25%。其中,寄宿制小学儿童粪抗原阳性率为 8.49%,血清学猪囊尾蚴抗体感染阳性率为 15.85%;走读制小学儿童粪抗原阳性率为 3.02%,血清学猪囊尾蚴抗体感染阳性率为 10.30%。见表 1。

表 1 四川省藏族农区学校儿童猪囊尾蚴病检测结果

Table 1 Test results of Cysticercosis in the Tibetan school children in Sichuan

Type of school	Total	Stool test			Blood test		
		Effective number	Positive number	Seropositive rate/%	Effective number	Positive number	Seropositive rate/%
Boarding primary day school	369	259	22	8.49	265	42	15.85
Primary day school	275	199	6	3.02	233	24	10.30
Total	644	458	28	6.11	498	66	13.25

2.2 学校儿童猪囊尾蚴病的“传染源-暴露感染者”网络

以粪检阳性者(传染源)、血清学抗体检测阳性者(暴露感染者)为节点,以学校儿童间的关系数量为权重值,构建 2 模“传染源-暴露感染者”网络。寄宿制小学去除游离的节点外,“传染源-暴露感染者”网络共计 29 个节点,其中有 11 例儿童为传染源,20 例儿童为暴露感染者,有 2 例儿童既是传染源又是

暴露感染者;29 个节点之间共有 33 条连线,值为 1 的连线有 21 条,值大于 1 的连线有 12 条,可视化结果见图 1。走读制小学去除游离的节点外,“传染源-暴露感染者”网络共计 10 个节点,其中 5 例儿童为传染源,5 例儿童为暴露感染者;10 个节点之间共有 9 条连线,值为 1 的连线有 1 条,值大于 1 的连线有 8 条,可视化结果见图 2。整个网络呈现以传染源为中心,暴露感染者向传染源聚集的特征,两所小

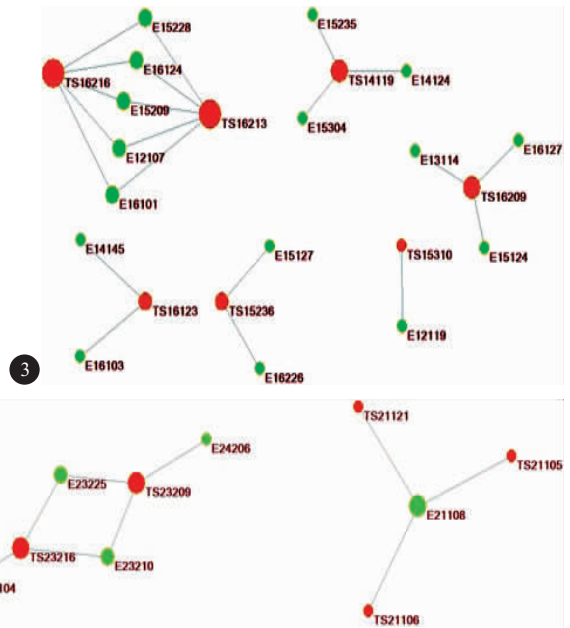
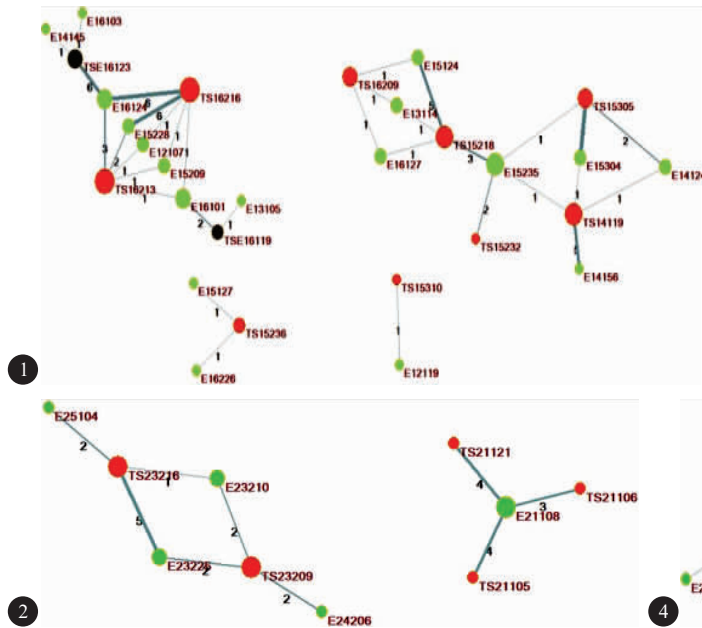


图 1 寄宿制小学学校儿童猪囊尾蚴病“传染源-暴露感染者”网络图

图 2 走读制小学学校儿童猪囊尾蚴病“传染源-暴露感染者”网络图

图 3 寄宿制小学“传染源-暴露感染者”宿舍分网络图

图 4 走读制小学“传染源-暴露感染者”最好玩伴关系分网络图

Fig 1 Transmission network of *Cysticercus cellulosae* infections in the boarding primary school

Fig 2 Transmission metcoork of *Cysticercus cellulosae* infections in children in the primary day school

Fig 3 Decomposition of network features for the transmission of *Cysticercus cellulosae* infections in the boarding primary school

Fig 4 Decomposition of network features for the transmission of *Cysticercus cellulosae* infections in the primary day school

Fig 1 Transmission network of *Cysticercus cellulosae* infections in the boarding primary school

Fig 2 Transmission metcoork of *Cysticercus cellulosae* infections in children in the primary day school

Fig 3 Decomposition of network features for the transmission of *Cysticercus cellulosae* infections in the boarding primary school

Fig 4 Decomposition of network features for the transmission of *Cysticercus cellulosae* infections in the primary day school

TS: Children with positive stool tests (source of infection); E: Children with positive people of blood tests (exposed infection); TSE: Children with positive stool and blood tests. Number on the line: Number of related nodes, indicating closeness of relationships. The red nodes represent the source of infections, the green nodes represent the exposed infections, the black nodes represent both the source of infections and the exposed infections. The bigger the node, the more relationships they have

学均存在一个传染源传播多个暴露感染者的情况，寄宿制小学感染和传播规模明显大于走读制小学。

将“传染源-暴露感染者”网络进行教室座次、宿舍床位、最好的玩伴、经常一起吃饭的同伴及分享零食的伙伴 5 种关系的分解，分解后的 5 种网络的结构数据结果见表 2。在寄宿制小学，以宿舍床位为关系

表 2 四川省藏族农区学校儿童猪囊尾蚴病“传染源-感染者”的分解网络特征比较

Table 2 Decomposition of network features for the transmission of *Cysticercuscellulose* infections in the Tibetan school children in Sichuan

Type of school	Relationship	Number of nodes	Number of lines	Mean point
Boarding primary school	Roommate	23	22	1.76
	Best playmate	15	11	1.47
	Sharing snacks	15	8	1.07
	Sharing meals	8	4	1.00
	Deskmate	0	0	0
Primary day school	Best playmate	10	9	1.67
	Sharing meals	7	5	1.33
	Sharing snacks	6	3	0.75
	Deskmate	4	2	1.00
	Roommate	3	2	1.20

2.3 学校儿童整体社会网络分析

在寄宿制小学整体社会网络图中，共包含了 369 个节点、5 043 条连线，其中值为 1 的连线有 3 835 条，值大于 1 的连线有 1 208 条；对寄宿制小学儿童整体社会网络进行中心性分析，编号“15313”儿童的点度中心度明显最高，即编号“15313”的儿童是学校的“核心人物”；编号“15313”儿童的中介中心度明显较高，即编号“15313”的儿童是网络中的“信息枢纽”；编号“15313”、“16121”两例儿童的接近中心度最高，即编号“15313”、“16121”两例儿童是学校网络中的“信息传播者”；编号“15313”的儿童既是核

的社会网络节点数和平均点度明显高于其余 4 类关系分网络，即学校儿童猪囊尾蚴病的传播呈现宿舍聚集性，可视化结果见图 3；在走读制小学，以最好的玩伴为关系的社会网络节点数和平均点度明显高于其余 4 类关系分网络，即学校儿童猪囊尾蚴病传播呈现最好玩伴关系的聚集性，可视化结果见图 4。

心人物、信息枢纽，又是信息传播者。见表 3。

在走读制小学整体社会网络图中，共包含了 275 个节点、3 031 条连线，其中值为 1 的连线有 1 444 条，值大于 1 的连线有 1 587 条。对走读制小学儿童整体社会网络进行中心性分析，编号“21122”、“21112”、“22211”的 3 例儿童的点度中心度明显最高，是学校网络中的“核心人物”；编号“24215”、“22104”、“24128”、“22116”、“21112”的 5 例儿童中介中心度最高且相等，是学校网络中的“信息枢纽”；编号“24128”的儿童接近中心度最高，是学校网络中的“信息传播者”。见表 3。

表 3 四川省藏族农区学校儿童整体社会网络中的角色识别结果(取前 5 名)

Table 3 Character recognition in the overall social network in the Tibetan school children in Sichuan (top 5)

Type of school	Order	Core people		Information hubs		Information disseminators	
		Student ID	Degree centrality	Student ID	Betweenness centrality	Student ID	Closeness centrality
Boarding primary school	1	15313	66	15313	0.05	15313	0.48
	2	15106	50	15303	0.03	16121	0.48
	3	15303	48	15106	0.02	15303	0.47
	4	15101	47	15104	0.02	15106	0.46
	5	15108	44	16121	0.02	15101	0.46
Primary day school	1	21122	40	24215	0.02	24128	0.45
	2	21112	39	22104	0.02	21114	0.43
	3	22211	39	24128	0.02	24207	0.43
	4	26105	38	22116	0.02	24105	0.43
	5	26127	38	21112	0.02	26101	0.43

3 讨论

本研究结果显示，四川省藏族农区学校儿童猪囊尾蚴感染严重。学校是学生聚集的地方，学生之间的接触机会大，相处时间长，且藏族农区学校儿童卫生行为习惯差，学校成了儿童猪囊尾蚴病传播的温床，因此探索猪囊尾蚴感染在藏族农区学校儿童

中的传播特点，并分析该地学校儿童整体社会网络特点将对在学校内预防与控制猪囊尾蚴感染具有十分重要的意义。

在寄宿制为主的学校，宿舍成为学校儿童猪囊尾蚴病传播的主要场所。根据本研究现场调研发现藏族农区寄宿制小学平均每 20 个人挤在 12 平方米的房间，通常是 2~3 人共睡一张床，而且宿舍的基

本设施、配备不足,卫生安全状况较差。既往研究显示寄宿制学校的这些特点往往是造成寄生虫病及传染病严重感染的原因之一^[13-15]。此外,有研究显示藏区寄宿制小学生不良卫生习惯形成率较高,学生在缺乏自我保护意识的情况下,共用餐具、洗漱用品及衣物等^[16-17],进一步加重了猪囊尾蚴感染。由于藏族农区学校儿童共有的不良卫生行为以及宿舍密集的接触空间,使得寄宿制学校儿童猪囊尾蚴感染呈现宿舍聚集性。

在以走读制为主的小学,玩伴之间的密切接触成为藏族农区学校儿童猪囊尾蚴病传播的主要方式。学校儿童课间喜欢嬉戏打闹,玩一些肢体接触频繁的游戏,由于学校儿童手卫生习惯较差,都使得玩伴之间的密切接触为猪囊尾蚴病传播提供了条件,这与其他学者认为的学龄儿童的手卫生习惯差,易传播肠道传染病及寄生虫病相一致^[18-19]。因此在部分走读制小学中,应当以小学生最好的玩伴所组成的关系作为干预的单位,减少猪囊尾蚴病在玩伴内的传播网络。

此外,藏族农区学校儿童整体社会网络关系结构为在学校内开展猪囊尾蚴感染的预防和控制提供了强有力的实证。本研究基于社会网络分析结果,以崭新的视角揭示了学校儿童社会网络中的“核心人物”、“信息枢纽”和“信息传播者”等关键人物。该类人群在儿童社会网络中更加活跃,在网络中的影响力也更加广泛,在此基础上结合同伴核心人物干预法^[20-21],将有效促进猪囊尾蚴病在校内的一级预防。

综上所述,在同一宿舍的密切接触及最好的玩伴之间的相互接触是四川省藏族农区学校猪囊尾蚴病传播的主要途径。改善藏族农区小学的寄宿条件,同时依托学校儿童整体社会网络中的关键人物,充分发挥同伴教育的作用,基于宿舍及最好玩伴间的关系网络改善学校儿童卫生行为习惯,进而有效预防和控制猪囊尾蚴病在学校儿童中的传播,促进藏区儿童健康成长。

参 考 文 献

- [1] 吴观陵. 人体寄生虫学. 第 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 857-891.
- [2] 卫生部发布《囊尾蚴病的诊断》(WS381-2012) 标准第 1 号修改单. 中国卫生标准管理, 2012, 3(12): 76-77.
- [3] 陈兴旺, 李调英, AKIRA I, 等. 四川省凉山彝族自治州囊尾蚴病血清学调查. 寄生虫病与感染性疾病, 2010, 8(2): 57-61.
- [4] 阿斗塔, 李调英, 陈兴旺, 等. 四川省雅江县藏区人群绦虫/囊尾蚴病流行现状. 寄生虫病与感染性疾病, 2007, 5(2): 73-75.
- [5] LI T, CRAIG PS, ITO A, *et al.* Taeniasis/cysticercosis in a Tibetan population in Sichuan province, China. *Acta Tropica*, 2006, 100(3): 223-231.
- [6] 龙昌平, 钱颖骏, 李调英, 等. 中国西部地区带绦虫病流行形势及防治研究进展. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2014, 32(3): 229-233.
- [7] 罗大蓉, 戢友祥, 张翠阁, 等. 凉山州猪囊尾蚴病调查. 现代预防医学, 2008, 35(2): 331-332.
- [8] 叶睿雪, 吴玉菊, 王庆志, 等. 四川省藏族农区学龄儿童猪囊尾蚴病流行现状及其对数学学习能力的影响研究. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2017, 35(6): 580-585.
- [9] 骆学农, 郑亚东, 才学鹏. 猪带绦虫/囊虫病的流行现状及防控策略. 中国病原生物学杂志, 2007, 2(3): 230-232.
- [10] LUO R, ZHANG L, LIU C, *et al.* Anaemia among students of rural China's elementary schools: prevalence and correlates in Ningxia and Qinghai's poor counties. *J Health Popul Nutr*, 2011, 29(5): 471-485.
- [11] SAKO Y, ITOH S, OKAMOTO M, *et al.* Simple and reliable preparation of immunodiagnostic antigens for *Taenia solium* cysticercosis. *Parasitology*, 2013, 140(13): 1589-1594.
- [12] 俞宏斌, 唐维荣, 黄永燕, 等. 四川省丹巴县带绦虫病及猪囊尾蚴病现患调查. 寄生虫病与感染性疾病, 2015, 13(2): 80-82.
- [13] GUCLU H, READ J, JR C JV, *et al.* Social contact networks and mixing among students in K-12 schools in Pittsburgh, PA. *PLoS One*, 2016, 11(3): e0151139 [2017-09-12]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151139>.
- [14] 李一鸣. 浅析学校传染病的预防与控制措施. 临床医药文献电子杂志, 2017, 4(37): 7316 [2017-09-12]. <http://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbcode=CJFQ&dbname=CJFDLAST2017&filename=LCWX201737144&v=MjM0NDIiZjJGeS9nVmI3TkfTN2Nkckc0SDliUHFJNUJZSVi4ZVgxTHV4WVM3RGgxVDNxVHJXTTFGckNVUkxLZl0=>. doi: 10.16281/j.cnki.joeml.2017.37.143.
- [15] 李淑萍, 许慧玲, 王瑞红. 在校小学生手卫生状况调查与分析. 职业与健康, 2001, 17(12): 73.
- [16] 赵宏, 刘燕, 李斌, 等. 青海藏区寄宿制学校中小学生学习习惯状况. 中国学校卫生, 2015, 36(3): 340-342.
- [17] 董永生, 刘晓东. 甘南州寄宿制藏族中学生沙眼患病率调查. 甘肃医药, 2013, 32(4): 304-305.
- [18] 陆作雄, 廖立瑶, 陈兰芬. 崇左市 2009 与 2013 年中小学生蛔虫感染情况. 中国学校卫生, 2016, 37(5): 780-782.
- [19] 宋晓丽, 张翠萍, 刘志兵, 等. 金湖县黎城镇中小学生学习卫生习惯调查分析. 中国农村卫生, 2014(6): 53-55.
- [20] 许超, 陈小荷. 《左传》中的春秋社会网络分析. 南京师范大学文学院学报, 2014(1): 179-184.
- [21] THEALL KP, FLECKMAN J, JACOBS M. Impact of a community popular opinion leader intervention among African American adults in a southeastern United States community. *AIDS Educ Prev*, 2015, 27(3): 275-287.

(2018-03-01 收稿, 2018-06-28 修回)

编辑 余琳