

· 论 著 ·

生菜共生菌对诺如病毒灭活的影响

吴康军¹, 卢宇剑¹, 周文婕¹, 王书菁¹, 邹松炎¹, 廖宁波², 茅海燕², 程东庆¹

1. 浙江中医药大学医学技术学院, 浙江 杭州 310053; 2. 浙江省疾病预防控制中心

摘要: **目的** 了解生菜共生菌对诺如病毒灭活的影响及机理。**方法** 从农田和超市采集生菜样品, 分离鉴定共生菌; 加共生菌的诺如病毒液为实验组, 不加共生菌为对照组。采用高温、紫外线、含氯消毒剂灭活, 分析实验组与对照组病毒量比值, 评价共生菌对诺如病毒抗灭活能力的影响; 通过检测共生菌对紫外线破坏病毒衣壳蛋白的影响和对病毒吸附能力的影响研究共生菌作用机理。**结果** 共鉴定 11 株生菜共生菌, 均为杆菌, 以假单胞菌属为主。10 株生菜共生菌能提高诺如病毒抗高温灭活能力, 其中稻田叶蛭微杆菌、台湾贪铜菌 (SC061204)、古川假单胞菌、烟粉虱肠杆菌和食树脂假单胞菌 (SC061211) 较为显著; 11 株菌均能提高诺如病毒抗紫外线灭活能力, 其中恶臭假单胞菌、稻田叶蛭微杆菌和烟粉虱肠杆菌较为显著; 恶臭假单胞菌能提高诺如病毒抗二氧化氯灭活能力, 危害等级为 I 级。恶臭假单胞菌、稻田叶蛭微杆菌、烟粉虱肠杆菌能显著降低紫外线对诺如病毒衣壳蛋白的破坏作用。9 株共生菌促进诺如病毒吸附, 吸附促进率为 1.04% ~ 46.73%; 恶臭假单胞菌和食树脂假单胞菌 (SC061211) 抑制诺如病毒吸附, 吸附促进率分别为 -6.50% 和 -19.85%。**结论** 生菜共生菌可能通过保护诺如病毒衣壳蛋白和促进病毒吸附来提高诺如病毒抗灭活能力, 在灭活诺如病毒的过程中应控制共生菌的存在。

关键词: 生菜; 共生菌; 诺如病毒; 灭活

中图分类号: R155.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-5087 (2019) 07-0661-05

Influence of symbiotic bacteria from lettuce on inactivation of norovirus

WU Kang-jun*, LU Yu-jian, ZHOU Wen-jie, WANG Shu-jing, ZOU Song-yan, LIAO Ning-bo, MAO Hai-yan, CHENG Dong-qing

*College of Medical Technology, Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou, Zhejiang 310053, China

Abstract: **Objective** To demonstrate the effects of symbiotic bacteria from lettuce on inactivation of norovirus (NV). **Methods** Symbiotic bacteria were isolated from the lettuces sampled from farmlands and supermarkets. NV mixed with symbiotic bacteria was set as the experimental group, without symbiotic bacteria as the control group. After the inactivation by high temperature, ultraviolet light (UV) and chlorine dioxide, the ratio of NV amount in the experimental group and the control group was calculated to evaluate the effects of symbiotic bacteria. The mechanism of symbiotic bacteria was revealed by detecting their effects on the protection of viral capsid protein from UV and on the adsorption of NV. **Results** Eleven symbiotic bacteria were identified from lettuces, all of which were bacilli, mainly *Pseudomonas*. Ten symbiotic bacteria could improve the heat-resistant ability of NV, with *Microbacterium oryzae*, *Cupriavidus taiwanensis* (SC061204), *Pseudomonas furukawaii*, *Enterobacter tabaci* and *Pseudomonas resinovorans* (SC061211) more significant. Eleven symbiotic bacteria could improve anti-UV ability of NV, with *Pseudomonas putida*, *Microbacterium oryzae* and *Enterobacter tabaci* more significant. Only one strain of *Pseudomonas putida* could improve anti-chlorine dioxide ability of NV (Class I hazard). *Pseudomonas putida*, *Microbacterium oryzae* and *Enterobacter tabaci* could significantly reduce the damage of NV capsid protein. Nine symbiotic bacteria could promote NV adsorption into lettuces, with the promotion rates ranged from 1.04% to 46.73%; while *Pseudomonas putida* and *Pseudomonas resinovorans* (SC061211) could restrain NV adsorption, with the promotion rates of -6.50% and -19.85%. **Conclusion**

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2019.07.004

基金项目: 国家自然科学基金 (31701715); “十三五” 国家科技

重大专项 (2018ZX10734401)

作者简介: 吴康军, 本科在读

通信作者: 程东庆, E-mail: chengdq@zcmu.edu.cn

Symbiotic bacteria from lettuce may enhance the anti-inactivation of NV by protecting capsid protein and promoting adsorption of NV. It is recommended to control the presence of symbiotic bacteria in the process of inactivating NV.

Key words: Lettuce; Symbiotic bacteria; Norovirus; Inactivation

吸附于果蔬表面进入人体可能是食源性诺如病毒的感染途径之一^[1], 由于人们饮食习惯或食物清洗不彻底等原因, 近年来食源性疾病事件持续增多, 诺如病毒已成为导致群体性腹泻的主要病原体之一^[2-3]。高温、化学、紫外线等常见病原体灭活方法对诺如病毒有一定的灭活作用, 但是广泛存在于环境和食品中的共生菌可与诺如病毒相互作用, 影响灭活效果^[4]。大量研究显示, 共生菌在诺如病毒传播、感染和增殖过程中起到重要作用^[4-5]。另外, 细菌会增强诺如病毒对果蔬的吸附作用^[3], 也提示微生物参与病毒吸附的可能。本研究从生菜中分离鉴定共生菌, 与诺如病毒混合, 分别经高温、紫外线和二氧化氯处理, 分析生菜共生菌对诺如病毒抗灭活能力的影响及作用机制, 现将结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 材料 分别从农田采集4份, 超市采集1份生菜样品。诺如病毒株来自阳性感染患者的粪便标本, 按照《诺如病毒感染暴发调查和预防控制技术指南(2015版)》^[6]处理后备用。试剂: 胰蛋白胨大豆琼脂(TSA)培养基(青岛海博生物技术有限公司, HB0177)、胰蛋白胨大豆肉汤(TSB)培养基(青岛海博生物技术有限公司, HB4114)、柱式病毒RNA抽提纯化试剂盒(上海生工生物有限公司, B518667)、One Step Primescript™ RT-PCR Kit [宝日生物技术(北京)有限公司, RR064A], 其他试剂均为分析纯。仪器: 恒温金属浴(杭州博日科技有限公司, HB-100)、ABI7500实时荧光定量PCR仪(Applied Biosystems, Quantstudio™ 12K Flex)。

1.2 方法

1.2.1 共生菌分离培养和鉴定 参考文献[7]。生菜洗净剪碎, 经磷酸缓冲盐溶液(PBS)洗脱(涡旋振荡15 min)过滤残渣, 获得悬液。取50 μL悬液, 用涂布法接种于TSA培养基, 37℃培养48 h。挑取单菌落, 分离纯化后接种于1 mL TSB培养基, 37℃180 r/min振荡培养至吸光度值(OD)为0.46~0.50, 备用。16S rRNA采用RT-PCR法扩增富集后送至上海生工生物有限公司测序, 通过Blast序列比对鉴定。

1.2.2 诺如病毒定量检测 参考文献[8-9]。按说明书提取诺如病毒RNA, 用One Step Primescript™

RT-PCR Kit进行PCR扩增富集。引物和探针由上海生工生物有限公司合成, 上游引物序列为5'-CAA GAGTCAATGTTTAGGTGGATGAG-3', 下游引物序列为5'-TCGACGCCATCT TCATTACACA-3', 探针序列为FAM-AGATTGCGATCGCCCTCCCA-TAMRAR。反应体系共25 μL: 2×One Step RNA PCR buffer 12.5 μL, 逆转录酶0.5 μL, Taq DNA聚合酶0.5 μL, 上游引物(20 μmol/L)、下游引物(20 μmol/L)各0.6 μL, 探针(20 μmol/L)0.3 μL, 核酸模板5 μL, ddH₂O 5 μL。反应条件: 逆转录42℃30 min; 预变性95℃2 min; 变性95℃5 s; 退火延伸55℃35 s; 共40个循环。根据标准曲线, 将Ct值换算成lgcopies以定量描述。

1.2.3 诺如病毒灭活试验 参考文献[10-11]。80 μL共生菌悬液与20 μL诺如病毒液混合, 加PBS调至500 μL, 37℃孵育1 h, 90℃金属浴2 min, 或9 000 μW/cm²紫外线照射30 min, 或500 mg/L二氧化氯处理10 min; 未加共生菌的诺如病毒液作为对照组。定量检测诺如病毒, 计算实验组与对照组诺如病毒量比值, 根据比值大小评价: <1为无害; 1~<5为Ⅰ级危害; 5~<10为Ⅱ级危害; 10~<15为Ⅲ级危害; ≥15为Ⅳ级危害。

1.2.4 诺如病毒紫外线照射试验 共生菌悬液与诺如病毒液混合, 分别经9 000 μW/cm²紫外线照射0、0.5、1、3 h后, 加入3.5 μL RNase A (7 000 U/mL) 37℃孵育1 h以降解被紫外线破坏衣壳蛋白而释放的游离RNA, 终止酶降解后定量检测诺如病毒, 未加共生菌的诺如病毒液作为对照组, 计算实验组与对照组诺如病毒量比值。

1.2.5 诺如病毒吸附能力检测 参考文献[10,12]。100 μL共生菌悬液与100 μL诺如病毒液混合, 加PBS至500 μL, 37℃180 r/min孵育1 h。10 000×g离心5 min, 取上清液, 定量检测诺如病毒。以PBS代替共生菌液作为空白对照组, 计算共生菌对诺如病毒的吸附促进率, 吸附促进率(%)=[(对照组病毒量-实验组病毒量)/对照组病毒量]×100%。

2 结果

2.1 生菜共生菌鉴定结果 从生菜样品中分离获得21株共生菌, 对其中11株活力较好的共生菌进行鉴

定。11株菌均为杆菌，以假单胞菌属为主，其中3株为革兰阳性杆菌，表型多呈现为大菌落，边缘整齐，表面光滑。见表1。

表1 11株生菜共生菌鉴定结果

菌株编号	样品来源	生物学性状	菌名
SC060601	农田	G-, 短杆菌, 黄白色圆形, 中等偏小菌落, 边缘整齐, 表面光滑	菊苣假单胞菌
SC060602	农田	G+, 短杆菌, 淡黄色圆形, 小菌落, 边缘整齐, 表面光滑	恶臭假单胞菌
SC060603	农田	G-, 长杆菌, 白色圆形, 较大菌落, 边缘整齐, 表面光滑	耐寒假单胞菌
SC060604	农田	G-, 短杆菌, 白色圆形, 中等偏大菌落, 边缘整齐, 表面光滑	野油菜黄单胞菌
SC060605	农田	G-, 杆菌, 白色圆形, 大菌落, 边缘缺口, 表面粗糙	食树脂假单胞菌
SC060606	农田	G-, 短杆菌, 内黄外白圆形, 小菌落, 边缘整齐, 表面光滑	台湾贪铜菌
SC061203	农田	G+, 球杆菌, 白色圆形, 中等偏大菌落, 边缘整齐, 表面光滑	稻田叶螨微杆菌
SC061204	农田	G-, 杆菌, 内黄外白圆形, 中等偏小菌落, 边缘整齐, 表面光滑	台湾贪铜菌
SC061205	农田	G-, 杆菌, 白色圆形, 小菌落, 边缘整齐, 表面光滑	烟粉虱肠杆菌
SC061209	农田	G+, 芽胞杆菌, 内黄外白, 中等偏大菌落, 边缘整齐, 表面粗糙	古川假单胞菌
SC061211	超市	G-, 杆菌, 白色圆形, 小菌落, 边缘整齐, 表面光滑	食树脂假单胞菌

2.2 生菜共生菌对诺如病毒抗灭活能力的影响 除1株食树脂假单胞菌为无害菌, 其他10株共生菌均能提高诺如病毒抗高温灭活能力。稻田叶螨微杆菌、台湾贪铜菌(SC061204)和古川假单胞菌为Ⅳ级危害菌。11株共生菌均能提高诺如病毒抗紫外线灭活

能力, 其中恶臭假单胞菌、稻田叶螨微杆菌和烟粉虱肠杆菌为Ⅲ级危害菌。恶臭假单胞菌能提高诺如病毒抗二氧化氯灭活能力, 为Ⅰ级危害, 其他10株共生菌基本无害。见表2。

表2 11株生菜共生菌对诺如病毒抗灭活能力的影响

菌株编号	菌名	高温 (90 ℃, 2 min)		紫外线 (9 000 μW/cm ² , 30 min)		二氧化氯 (500 mg/L, 10 min)	
		比值	等级	比值	等级	比值	等级
SC060601	菊苣假单胞菌	1.39	Ⅰ级	7.27	Ⅱ级	0.74	无害
SC060602	恶臭假单胞菌	3.23	Ⅰ级	11.57	Ⅲ级	1.02	Ⅰ级
SC060603	耐寒假单胞菌	1.23	Ⅰ级	6.67	Ⅱ级	0.70	无害
SC060604	野油菜黄单胞菌	1.18	Ⅰ级	6.21	Ⅱ级	0.55	无害
SC060605	食树脂假单胞菌	0.76	无害	3.28	Ⅰ级	0.43	无害
SC060606	台湾贪铜菌	1.22	Ⅰ级	2.53	Ⅰ级	0.56	无害
SC061203	稻田叶螨微杆菌	28.83	Ⅳ级	11.57	Ⅲ级	0.91	无害
SC061204	台湾贪铜菌	17.15	Ⅳ级	6.21	Ⅱ级	0.54	无害
SC061205	烟粉虱肠杆菌	10.04	Ⅲ级	12.52	Ⅲ级	0.32	无害
SC061209	古川假单胞菌	17.29	Ⅳ级	3.28	Ⅰ级	0.55	无害
SC061211	食树脂假单胞菌	13.65	Ⅲ级	1.88	Ⅰ级	0.43	无害

2.3 生菜共生菌抗紫外线对诺如病毒衣壳蛋白的破坏作用 选择恶臭假单胞菌、稻田叶螨微杆菌和烟粉虱肠杆菌为代表, 与诺如病毒混合后用紫外线(9 000 μW/cm²)分别照射0、0.5、1、3 h, 发现对照组0~1 h内诺如病毒量快速下降, 至3 h渐趋平缓, 而实验组0~3 h内诺如病毒量平缓下降。见图1。紫外线照射0.5、1、3 h时恶臭假单胞菌组的病毒量比值分别为16.08、13.49、25.76; 稻田叶螨微杆菌组分别为13.08、5.73、16.57; 烟粉虱肠杆菌组分别为10.29、5.84、10.64。

2.4 生菜共生菌对诺如病毒吸附能力的影响 有9株共生菌能促进诺如病毒吸附, 按照吸附促进率由高到低依次为稻田叶螨微杆菌46.73%、烟粉虱肠杆菌43.71%、台湾贪铜菌(SC060606)36.66%、台湾贪铜菌(SC061204)35.65%、古川假单胞菌27.01%、野油菜黄单胞菌23.68%、食树脂假单胞菌(SC060605)12.98%、耐寒假单胞菌5.86%和菊苣假单胞菌1.04%; 而恶臭假单胞菌和食树脂假单胞菌(SC061211)能抑制诺如病毒吸附, 吸附促进率分别为-6.50%和-19.85%。

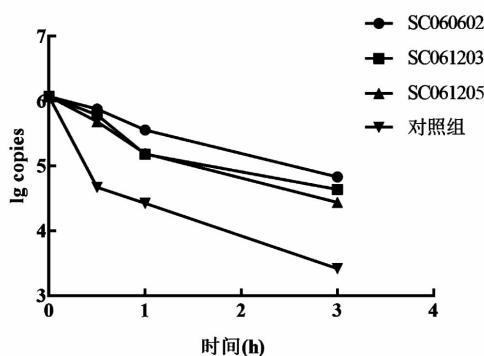


图1 共生菌抗紫外线对诺如病毒衣壳蛋白的破坏作用

3 讨论

本研究鉴定了 11 株生菜共生菌，主要为土壤环境中的腐生菌，以假单胞菌属居多，均为条件致病菌^[13-14]，一般不会使人类致病。

生菜共生菌能提高诺如病毒抗灭活能力。10 株生菜共生菌能提高诺如病毒抗高温（90 ℃，2 min）灭活能力，其中稻田叶螨微杆菌、台湾贪铜菌（SC061204）、古川假单胞菌、烟粉虱肠杆菌和食树脂假单胞菌（SC061211）的危害较大。恶臭假单胞菌、稻田叶螨微杆菌和烟粉虱肠杆菌可提高诺如病毒抗紫外线灭活能力，紫外线照射 3 h 后，病毒量比值仍处于较高水平。仅恶臭假单胞菌能提高诺如病毒抗二氧化氯灭活能力，且危害等级为 I 级。因此，若在食材或水源中检出诺如病毒，通过适当的除菌手段（如抗生素等）抑制共生菌的繁殖，将更有利于诺如病毒的灭活。

生菜共生菌提高诺如病毒抗灭活能力的机理可能与细菌对病毒衣壳蛋白的保护及对病毒吸附的促进有关。据报道，很多细菌可以表达组织血型抗原样物质（histo-blood group antigens, HBGA），并通过病毒-菌株特异性方式与诺如病毒结合^[1,15]。透射电子显微镜显示，诺如病毒的病毒样颗粒（virus-like particles, VLPs）主要吸附于 HBGA 表达细菌的胞外聚合物（extracellular polymeric substances, EPS），这些 EPS 则被证明是类似于 HBGA 样的分子^[15]。GAO 等^[16]研究发现诺如病毒 G II.4 型 VLPs 可以和生菜的细胞壁多糖结合，进一步分析表明该细胞壁同样具有类似于 HBGA 样的分子结构。LI 等^[17]发现相较于不表达 HBGA 的细菌或者无细菌，表达 HBGA 的大肠埃希菌对经热处理（90 ℃，2 min）的 G I.1 型和 G II.4 型诺如病毒样颗粒的完整性具有明显保护作用；但另一项阴沟肠杆菌与诺如病毒替代病毒的细

胞共培养研究却呈现相反的结果^[5]。即使是相同种属的细菌，与诺如病毒的结合能力也存在一定差异，本研究中 11 株生菜共生菌对诺如病毒吸附的影响存在差异，甚至同为食树脂假单胞菌，1 株促进诺如病毒吸附，另 1 株却抑制吸附。AMARASIRI 等^[18]发现，表达 HBGA 的细菌对诺如病毒的吸附强度和选择性受 HBGA 分布位置（如 EPS 和脂多糖）的影响。这提示共生菌菌种、HBGA 表达和诺如病毒型别的差异都可能影响两者之间的相互作用，受外界条件影响，作用强度及方式也会发生相应变化^[19-20]。

在本研究条件下，多数生菜共生菌可以在一定程度上提高诺如病毒抗灭活的能力，且两者之间的吸附作用存在差异。由于本研究未检测生菜共生菌 HBGA 的表达情况，尚无法确定结果是否受 HBGA 表达和分布差异的影响，今后将进一步探究在理化措施灭活下，共生菌与诺如病毒的具体作用形式。

参考文献

- [1] BAE Y M, ZHENG L, HYUN J E, et al. Growth characteristics and biofilm formation of various spoilage bacteria isolated from fresh produce [J]. *Journal of Food Science*, 2014, 79 (10): 2072-2080.
- [2] 刘慧, 马丽萍, 周德庆. 生鲜食品中诺如病毒污染与作用受体的研究进展 [J]. *食品安全质量检测学报*, 2017, 8 (1): 1-5.
- [3] 吴晨, 吴昊澄, 丁哲渊, 等. 浙江省学校突发公共卫生事件特征分析 [J]. *预防医学*, 2018, 30 (1): 16-21.
- [4] JONES M K, WATANABE M, ZHU S, et al. Enteric bacteria promote human and mouse norovirus infection of B cells [J]. *Science*, 2014, 346 (6210): 755-759.
- [5] DENG W, ALMEIDA G, GIBSON K E. Co-culture with *Enterobacter cloacae* does not enhance virus resistance to thermal and chemical treatments [J]. *Food and environmental virology*, 2019: 1-9.
- [6] 廖巧红, 冉陆, 靳森, 等. 诺如病毒感染暴发调查和预防控制技术指南（2015 版）[J]. *中国病毒病杂志*, 2015, 5 (6): 448-458.
- [7] JACKSON C R, RANDOLPH K C, OSBORN S L, et al. Culture dependent and independent analysis of bacterial communities associated with commercial salad leaf vegetables [J]. *BMC Microbiology*, 2013, 13 (1): 1-12.
- [8] ISO. Microbiology of food and animal feed—horizontal method for determination of hepatitis A virus and Norovirus in food using real-time RT-PCR. Part 1: method for quantification, ISO 15216-1: 2017 (E) [S]. Switzerland: International Organization for Standardization, 2017: 24-25.
- [9] 李楠, 王佳慧, 李凤琴, 等. 检测鲜草莓中 G II 型诺如病毒的两端富集方法比较 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2015, 27 (3): 242-246.
- [10] RAJKO-NENOW P, KEAVENEY S, FLANNERY J, et al. Char-

- acterisation of norovirus contamination in an Irish shellfishery using real-time RT-qPCR and sequencing analysis [J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2012, 160 (2): 105-112.
- [11] DE ABREU C A, MIAGOSTOVICH M P. Optimization of an adsorption-elution method with a negatively charged membrane to recover norovirus from lettuce [J]. *Food and Environmental Virology*, 2013, 5 (3): 144-149.
- [12] ALMAND E A, MOORE M D, OUTLAW J, et al. Human norovirus binding to select bacteria representative of the human gut microbiota [J]. *PLoS One*, 2017, 12 (3): 0173124.
- [13] MULCAHY L R, ISABELLA V M, LEWIS K. *Pseudomonas aeruginosa* biofilms in disease [J]. *Microbial Ecology*, 2014, 68 (1): 1-12.
- [14] 谢朝云, 熊芸, 孙静, 等. 91株恶臭假单胞菌流行病学特征及耐药性 [J]. *中国感染控制杂志*, 2017, 16 (12): 1185-1188.
- [15] TAN M, HUANG P, MELLER J, et al. Mutations within the P2 domain of norovirus capsid affect binding to human histo-blood Antigens: evidence for a binding pocket [J]. *Journal of Virology*, 2003, 77 (23): 12562-12571.
- [16] GAO X, ESSEILI M A, LU Z, et al. Recognition of histo-blood group antigen-like carbohydrates in lettuce by human GII.4 norovirus [J]. *Applied and Environmental Microbiology*, 2016, 82 (10): 2966-2974.
- [17] LI D, BREIMAN A, LE PENDU J, et al. Binding to histo-blood group antigen-expressing bacteria protects human norovirus from acute heat stress [J]. *Frontiers in Virology*, 2015, 6: 659.
- [18] AMARASIRI M, HASHIBA S, MIURA T, et al. Bacterial histo-blood group antigens contributing to genotype-dependent removal of human noroviruses with a microfiltration membrane [J]. *Water Research*, 2016, 95: 383-391.
- [19] YAMAOKA H, NAKAYAMA-IMAOHJI H, HORIUCHI I, et al. Tetramethylbenzidine method for monitoring the free available chlorine and microbicidal activity of chlorite-based sanitizers under organic-matter-rich environments [J]. *Letters in Applied Microbiology*, 2016, 62 (1): 47-54.
- [20] LÓPEZ-GÁLVEZ F, TRUCHADO P, SÁNCHEZ G, et al. Occurrence of enteric viruses in reclaimed and surface irrigation water: relationship with microbiological and physicochemical indicators [J]. *Journal of Applied Microbiology*, 2016, 121 (4): 1180-1188.

收稿日期: 2019-02-26 修回日期: 2019-04-12 本文编辑: 徐文璐

(上接第 660 页)

参考文献

- [1] World Health Organization. Injuries and violence: the facts 2014 [R]. Geneva: World Health Organization, 2014.
- [2] WANG S Y, LI Y H, CHI G B, et al. Injury-related fatalities in China: an under-recognised public health problem [J]. *Lancet*, 2008, 372 (9651): 1765-1773.
- [3] 邹亚明, 郝元涛. 我国伤害所致死亡损失生命年和经济负担分析 [J]. *中华疾病控制杂志*, 2016, 20 (5): 495-499.
- [4] 胡国清, 朱松林, 王琦琦, 等. 中国五岁以下儿童非致死性伤害发生率及影响因素研究 [J]. *中华流行病学杂志*, 2011, 32 (8): 773-776.
- [5] FEI F R, ZHONG J M, YU M, et al. Impact of injury-related mortality on life expectancy in Zhejiang, China based on death and population surveillance data [J]. *BMC Public Health*, 2018, 18 (1): 24.
- [6] 中华预防医学会伤害预防与控制分会. 关于伤害界定标准的决定 [J]. *中华疾病控制杂志*, 2011, 15 (1): 9.
- [7] 钟节鸣, 金水高, 俞敏, 等. 浙江省居民伤害状况调查 [J]. *中华流行病学杂志*, 2011, 32 (2): 205-206.
- [8] 周毅恒. 2015年大连市居民伤害流行情况的调查分析 [D]. 大连: 大连医科大学, 2017.
- [9] 颜芳, 张茂镨, 李志坤, 等. 昆明市 2011 年伤害流行现状及疾病经济负担分析 [J]. *中国慢性病预防与控制*, 2014, 22 (5): 577-579.
- [10] 黄渊秀, 谢强明, 刘鲲, 等. 长沙市成人居民伤害发生率及影响因素分析 [J]. *中国公共卫生*, 2017, 33 (7): 1096-1100.
- [11] 刘晓强, 王德斌, 薛成兵, 等. 江苏省城乡居民伤害发生状况调查分析 [J]. *中国初级卫生保健*, 2011, 25 (2): 58-60.
- [12] 樊丽辉, 邵永强, 杨君崎, 等. 温州市居民伤害流行现状分析 [J]. *预防医学*, 2016, 28 (11): 1136-1138, 1141.
- [13] 王晨, 周罗晶. 中国老年人伤害发生率的 Meta 分析 [J]. *预防医学论坛*, 2017, 23 (11): 825-828.
- [14] 耳玉亮, 段蕾蕾, 汪媛, 等. 2008—2013 年全国伤害监测系统中跌倒/坠落病例特征分析 [J]. *中华流行病学杂志*, 2015, 36 (1): 12-16.
- [15] 潘劲, 胡如英, 龚巍巍, 等. 2009—2010 年浙江省老年人跌倒/坠落伤害流行病学特征分析 [J]. *中国健康教育*, 2012, 28 (4): 262-264.
- [16] SAADAT S, HAFEZI-NEJAD N, EKHTIARI Y S, et al. Incidence of fall-related injuries in Iran: a population-based nationwide study [J]. *Injury*, 2016, 47 (7): 1404-1409.
- [17] WU C C, CHI H C, CHING H L, et al. A retrospective population-based study of injury types among elderly in Taiwan [J]. *International Journal for Consumer and Product Safety*, 2014, 21 (1): 3-8.
- [18] 李秋月, 谢开媚, 陈玲珊, 等. 桐乡市 2009—2013 年居民伤害死亡原因及潜在减寿年数分析 [J]. *浙江预防医学*, 2016, 28 (1): 47-49.

收稿日期: 2019-01-23 修回日期: 2019-03-17 本文编辑: 徐文璐