

综述

循证美国近50年感染性沙门菌流行病学变化趋势

黄美恋¹, 韦蓓², 陈嫣³, 许学斌⁴

- (1. 厦门市儿童医院(复旦大学附属儿科医院厦门医院), 福建 厦门 361000; 2. 广西壮族自治区贵港市覃塘区人民医院, 广西 贵港 537121; 3. 四川省攀枝花市疾病预防控制中心, 四川 攀枝花 617000; 4. 上海市疾病预防控制中心, 上海 200336)

摘要:目的 循证美国近50年感染性沙门菌优势菌型流行病学变化趋势。方法 统计和分析美国1968—2011年人感染的30种沙门菌型(包括肠内和肠外优势型)与养殖动物(疫病与非疫病组)沙门菌的生态优势菌型, 剖析美国2006—2016年间国家肠道沙门菌型病例监测大数据, 关联2006—2017年美国本土食源性和宠物源性沙门菌型的跨州暴发数据。结果 美国近50年养殖业使某些沙门菌型与养殖动物间形成定殖与致病的生态特征, 定殖动物的沙门菌优势菌型与人群感染菌型间存在暴露剂量-反应关系, 人与动物长期互作使两者沙门菌的优势菌型高度契合; 美国近50年人群感染沙门菌基线呈渐增趋势, 病例多发“一老一小”, 以1岁以下幼儿发病率最高, 南部和中西部病例偏多, 2008年肠炎替代鼠伤寒成为美国沙门菌首位人群感染菌型; 归因食源性跨州暴发的食物, 具有从传统的肉、蛋、奶, 向蔬菜、即食食品、水果等过渡的消费特征, 2006年后逐渐增多, 与家庭养殖爬行动物等活体动物有关的宠物源沙门菌跨州暴发属于行为生态型传染病, 较食源性暴发的跨时更长、病例更分散和隐匿性更高。结论 美国沙门菌的疾病生态学特征, 可为我国兽医与人的沙门菌病的综合防控提供参考。

关键词:沙门菌型流行病学; 食源性跨州暴发; 宠物源沙门菌跨州暴发; 行为生态型传染病

中图分类号:R155 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-8456(2024)07-0886-12

DOI:10.13590/j.cjfh.2024.07.016

Confirmation of epidemiological change trends of *Salmonella* infections in the United States in recent 50 years

HUANG Meilian¹, WEI Bei², CHEN Yan³, XU Xuebin⁴

- (1. Children's Hospital of Fudan University (Xiamen Branch), Xiamen Children's Hospital, Fujian Xiamen 361000, China; 2. Guangxi Zhuang Autonomous Qintang District Guigang People's Hospital, Guangxi Guigang 537121, China; 3. Panzhihua Municipal Center for Disease Control and Prevention, Sichuan Panzhihua 617000, China; 4. Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200336, China)

Abstract: Objective Evidence-based review of epidemiological change trends of *Salmonella* serotype infections in the United States in recent 50 years. **Methods** To collect and analyze 30 dominant *Salmonella* serotypes (including enteral and parenteral dominant serotypes) infected in humans and the ecologically dominant *Salmonella* serotypes in farmed animals (animal disease and non-animal disease groups) in the United States from 1968 to 2011, and analyze the big *Salmonella* serotypes data of National Enteric *Salmonella* Surveillance in the United States from 2006 to 2016. To correlate the *Salmonella* serotypes based on the outbreaks of Multistate foodborne and pet-borne disease in the United States from 2006 to 2017. **Results** The United States has caused the formation of colonization and pathogenic ecological

收稿日期:2023-02-04

基金项目:国家重点研发计划(2017YFC1600100);国家科技重大专项(2018ZX10714002-003-009)

作者简介:黄美恋 女 主管技师 研究方向为临床病原微生物诊断 E-mail:737484739@qq.com

韦蓓 女 副主任技师 研究方向为临床病原微生物诊断 E-mail:334044606@qq.com

黄美恋和韦蓓为并列第一作者

通信作者:许学斌 男 副主任技师 研究方向为感染性病原的生态溯源 E-mail:xuxuebin@sdc.sh.cn

陈嫣 女 副主任技师 研究方向为微生物检测和监测 E-mail:56555163@qq.com

许学斌和陈嫣为共同通信作者

characteristics between some *Salmonella* serotypes and cultured animals based on the more and more developed breeding industry in the past 50 years. There is an exposure response relationship between the dominant *Salmonella* serotypes of colonized animals and the human infected. The long-term interaction between human and animal makes the dominant *Salmonella* serotypes highly match. In the past 50 years, the baseline of *Salmonella* infection in the population in the United States has been gradually increasing, The patients are most common in children and the elderly, the highest incidence in children under 1 year old, and more cases in the south and Midwest. In 2008, enteritis replaced typhimurium as the first human infection of *Salmonella* in the United States. The foods attributed to *Salmonella* multistate foodborne outbreaks have the consumption characteristics of transition from traditional meat, eggs, and milk to vegetables, ready-to-eat foods, fruits, etc. The *Salmonella* multistate pet-borne outbreaks, which have gradually increased since 2006 and are related to live animals such as domesticated reptiles, belong to behavioral ecotype infectious diseases, with longer duration, more dispersed cases and higher concealability than foodborne outbreaks. **Conclusion** To summarize the disease ecological characteristics of *Salmonella* in the United States, which can provide reference for the comprehensive prevention and control of salmonellosis between veterinarians and humans in China.

Key words: The epidemiology of *Salmonella* serotype; *Salmonella* multistate foodborne disease; *Salmonella* multistate pet-borne outbreaks; the ecological behavior of infectious diseases

沙门菌常致人类肠胃炎疾病,严重的侵袭型感染病例亦能致死。美国每年报告病例约 120 万,住院与死亡病例分别为 2.3 万人和 450 人^[1]。1996 年,美国构建覆盖全人群、种族且基于实验室诊断结合分子分型技术的沙门菌等食源性疾病的主动监测网络。1998 年,沙门菌被美国疾病预防控制中心(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)定义为新发和再发传染病^[2]。21 世纪初的工业发达国家出现蛋白质(肉、蛋、奶)产能过剩和食物消费业态的新需求(健康、快速、廉价),推动新型食品供应链扩张,为防控食源性疾病传播,世界卫生组织(World Health Organization, WHO)倡议全球加强食源性主动监测并支持欧美国国家组建全球沙门菌监测网络(WHO/GSS)^[3]。

1 美国优势沙门菌血清型(1968—2011 年)

据 CDC 始于 1962 年组建的基于临床实验室的国家沙门菌监测网络和美国兽医服务实验室所属农业部食品安全检验局对本土规模养殖动物、饲料、养殖场环境等兽医临床动物养殖链监测数据^[4],统计美国 1968—2011 年沙门菌血清型(以下简称菌型)前 30 种人源(1 246 224 株)和动物沙门菌(333 646 株)优势菌型。人群病例在年龄组(0~4、5~29、>29 岁)、年度、季节、州市县等地区均存在不同程度菌型流行与消长,总体发病呈上升趋势;动物菌型来自规模养殖动物(定殖或感染)、不同物种、饲料、环境监测,某些优势菌型多与各种养殖动物间存在生态定殖。

依据临床标本的来源(肠道内与肠道外)不同将沙门菌感染类型定义为腹泻型或侵袭型^[5]。美国 1968—2011 年前 30 种沙门菌腹泻菌型,详见表 1。

其他非肠道(无菌体液、尿道、伤口等)来源的侵袭型菌型依次为:肠炎、鼠伤寒、海德堡、伤寒、纽波特、奥雷宁堡、蒙得维的亚、爪哇纳、圣保罗、阿贡纳、婴儿、汤卜逊、哈达尔、慕尼黑、浦那、巴拿马、布伦登卢普、胥戈成格隆、鸭、圣地亚哥、贝塔、鼠伤寒单相变种(Monophasic *Salmonella typhimurium*, 鼠伤寒 MS)、山夫登堡、姆班达卡、德比、里定、利奇菲尔德、布洛克利、斯坦利、密西西比。肠外标本分离的菌型占比不同:体液优势型为伤寒、胥戈成格隆、浦那;尿液优势型为山夫登堡、姆班达卡、鸭;伤口优势型为山夫登堡、伤寒、圣地亚哥,详见表 1。

养殖动物包括牛、鸡、猪、马、火鸡、爬行动物、其他物种(如鸽子等飞禽),分疫病组与非疫病组。美国 1968—2011 年前 30 种沙门菌养殖动物来源菌型,详见表 2。根据菌型构成比、中位数及四分位间距(IQR),将数值大于 IQR 者定义菌型与宿主存在高致病与优势生态定殖关联。牛的主要致病型为纽波特、鼠伤寒 MS、鼠伤寒、蒙得维的亚、慕尼黑、姆班达卡、鸭;鸡的主要致病型为贝塔、肠炎、海德堡、汤卜逊、密西西比、布伦登卢普、哈达尔、婴儿、姆班达卡、胥戈成格隆、山夫登堡、蒙得维的亚;猪的主要致病型为德比、巴拿马、阿贡纳、鸭、婴儿;马的主要致病型为爪哇纳、密西西比、鼠伤寒 MS;火鸡的主要致病型为圣地亚哥、里定、圣保罗、山夫登堡、布洛克利、哈达尔、蒙得维的亚、利奇菲尔德、海德堡、胥戈成格隆、阿贡纳、爪哇纳;爬行动物的致病型为浦那和斯坦利;鸡和火鸡中致病的菌型多于牛和猪,详见表 2。养殖动物的优势定殖菌型为牛(圣地亚哥、蒙得维的亚、鸭、巴拿马、纽波特)、鸡(肠炎、布伦登卢普、海德堡、鼠伤寒 MS、贝塔)、猪(德比、巴拿马、婴儿、阿贡纳)、火鸡(哈达尔、圣保

表1 美国人源沙门菌前30种菌型的临床标本来源分布(1968—2011年)

Table 1 Distribution of clinical specimens of the top 30 human *Salmonella* serotypes in the United States (1968—2011)

排序	血清型	数量/株	人感染标本占比/%				排序	血清型	数量/株	人感染标本占比/%			
			粪便	体液	尿道	伤口				粪便	体液	尿道	伤口
1	鼠伤寒	366 254	85.50	2.70	1.40	0.30	16	布伦登卢普	18 132	84.80	1.60	3.70	0.40
2	鼠伤寒MS	10 652	85.80	3.60	2.90	0.30	17	德比	12 525	85.00	2.10	3.00	0.40
3	肠炎	228 519	82.30	5.90	2.20	0.40	18	鸭	10 702	82.40	1.20	6.40	0.60
4	纽波特	109 629	86.50	1.30	2.70	0.20	19	布洛克利	10 387	87.40	1.20	1.70	0.40
5	海德堡	103 420	78.70	7.70	2.70	0.30	20	密西西比	10 105	90.40	1.50	1.50	0.20
6	婴儿	40 213	84.90	1.50	3.30	0.40	21	浦那	9 362	76.90	8.30	4.30	0.40
7	爪哇纳	38 964	85.60	2.10	3.40	0.30	22	巴拿马	9 201	78.60	7.10	4.00	0.60
8	阿贡纳	33 426	85.50	1.70	3.10	0.30	23	贝塔	8 884	80.20	4.30	3.90	0.40
9	蒙得维的亚	32 239	80.80	3.90	4.70	0.50	24	胥戈成格隆	7 196	77.70	9.40	3.60	0.40
10	圣保罗	31 298	83.50	2.70	3.60	0.40	25	利奇菲尔德	7 022	85.50	1.70	3.90	0.30
11	慕尼黑	25 177	86.30	1.60	3.60	0.30	26	山夫登堡	5 927	77.40	1.20	10.00	0.90
12	奥雷宁堡	24 748	75.60	7.70	4.70	0.70	27	姆班达卡	5 891	76.40	2.40	8.90	0.40
13	哈达尔	24 554	82.50	2.10	3.30	0.30	28	里定	5 446	80.00	4.90	5.00	0.60
14	汤卜逊	24 238	84.00	2.10	3.70	0.40	29	圣地亚哥	5 406	76.70	8.00	5.80	0.70
15	伤寒	21 373	37.40	44.70	1.70	0.80	30	斯坦利	5 334	85.00	2.80	2.80	0.30

注:鼠伤寒MS抗原式为1,4,[5],12:i:-

表2 美国养殖动物前30种沙门菌型的来源分布(1968—2011年)

Table 2 Source distribution of the top 30 animals *Salmonella* serotypes in the United States (1968—2011)

排序	血清型	数量/株	兽医临床(疫病)/%								养殖动物(非疫病)/%							
			牛	鸡	猪	马	火鸡	爬行 动物	其他 物种	养殖 环境	牛	鸡	猪	马	火鸡	爬行 动物	其他 物种	养殖 环境
1	鼠伤寒	55 931	33.72	9.99	13.08	6.66	4.21	0.47	21.78	4.72	15.67	29.23	8.77	1.17	4.91	0.14	27.59	9.34
2	海德堡	52 889	2.11	50.01	8.31	0.24	21.43	0.06	14.66	0.76	0.22	73.22	1.55	0.00	13.29	0.00	6.69	3.78
3	肠炎	37 557	2.44	50.28	2.22	0.30	1.49	0.24	39.48	1.35	0.48	82.57	0.36	0.01	1.23	0.00	11.40	1.50
4	山夫登堡	18 583	3.33	18.61	6.05	0.85	43.54	0.28	13.40	1.38	1.74	35.44	1.19	0.06	54.45	0.03	4.29	1.70
5	蒙得维的亚	18 245	25.60	16.78	3.48	1.25	24.00	0.99	13.92	1.53	43.76	26.39	1.10	0.07	8.25	0.18	13.63	5.19
6	阿贡纳	16 611	13.84	13.80	21.24	8.31	18.61	0.22	16.64	2.59	8.82	24.62	14.93	1.64	28.19	0.04	11.69	9.83
7	鸭	16 227	19.50	8.44	19.65	5.21	18.13	0.53	17.13	1.88	37.28	12.98	13.83	0.56	12.13	0.04	16.40	6.13
8	哈达尔	15 906	1.78	46.97	1.13	0.10	26.69	0.16	19.54	1.29	0.26	6.32	0.51	0.00	77.71	0.02	5.23	8.65
9	纽波特	14 811	49.27	2.28	4.30	13.69	2.56	3.39	12.03	6.63	18.62	17.05	2.58	2.63	13.87	0.37	30.74	10.60
10	德比	13 958	3.29	2.29	70.88	0.45	4.33	0.15	13.15	0.86	2.64	1.96	66.89	0.00	5.70	0.00	16.46	5.21
11	婴儿	9 903	8.66	32.06	18.18	3.45	6.29	0.64	17.34	3.32	4.78	45.92	19.99	0.67	4.84	0.06	14.90	7.36
12	圣保罗	8 924	2.75	8.99	4.63	3.50	56.28	1.09	14.95	1.67	0.65	3.88	4.20	1.05	72.21	0.00	9.61	7.19
13	姆班达卡	8 055	21.92	30.27	14.42	2.50	5.31	0.20	14.08	2.44	16.45	48.54	6.62	0.08	11.59	0.04	11.98	3.35
14	里定	7 812	6.09	2.52	1.75	1.74	70.81	0.16	13.97	0.68	14.27	1.40	1.15	0.00	58.09	0.00	14.27	9.17
15	胥戈成格隆	6 104	5.32	29.65	10.40	1.00	20.32	0.09	20.02	1.21	1.23	53.54	2.98	0.29	30.95	0.00	7.14	3.28
16	汤卜逊	5 408	9.64	49.11	2.36	5.84	4.59	2.11	19.10	2.36	2.48	69.90	1.68	0.69	6.14	0.20	11.78	4.55
17	奥雷宁堡	4 288	11.40	15.08	4.98	9.70	5.09	4.95	18.73	4.24	16.60	36.92	1.73	1.86	6.64	0.53	15.80	2.79
18	慕尼黑	4 221	23.38	3.30	14.15	8.57	9.04	7.54	23.82	3.34	7.90	28.53	13.62	0.79	20.04	0.20	16.29	10.96
19	布伦登卢普	3 989	7.23	48.06	4.39	10.50	1.52	4.56	17.02	2.16	1.75	75.00	5.93	1.95	0.39	0.10	10.99	2.63
20	鼠伤寒MS	2 518	35.88	4.00	15.79	23.35	0.15	0.52	2.37	3.48	3.59	71.86	3.34	0.51	2.99	0.22	8.64	5.90
21	贝塔	2 551	3.45	51.88	4.29	2.22	8.20	1.92	26.05	1.00	0.32	65.01	1.69	0.08	23.60	0.00	6.90	1.04
22	圣地亚哥	2 117	1.91	3.52	1.06	0.50	72.41	2.37	8.91	1.36	80.92	6.11	0.00	0.00	0.00	0.76	8.40	0.76
23	布洛克利	1 966	1.18	0.97	2.47	1.08	27.25	0.72	10.64	3.08	0.00	66.67	0.00	0.00	12.13	9.52	4.76	9.52
24	爪哇纳	1 869	4.14	1.96	1.96	41.44	18.07	2.47	19.30	6.10	1.02	20.16	1.22	8.35	38.29	1.22	23.42	4.68
25	利奇菲尔德	1 205	12.10	13.26	7.40	11.34	22.19	11.14	16.33	2.31	1.22	43.90	5.49	0.00	2.44	0.00	20.12	14.63
26	巴拿马	1 145	11.86	0.90	45.82	1.08	8.99	8.09	14.82	3.14	18.75	6.25	28.13	0.00	9.38	6.25	21.88	9.38
27	浦那	611	8.15	4.07	2.55	3.74	8.32	32.77	24.62	5.53	13.64	18.18	0.00	0.00	0.00	4.55	36.36	13.64
28	密西西比	116	6.80	48.48	1.94	35.92	—	9.71	26.21	7.77	0.00	15.38	0.00	0.00	—	0.00	53.85	15.38
29	斯坦利	81	6.76	1.35	2.70	—	5.41	24.32	31.08	10.81	0.00	0.00	0.00	—	0.00	42.86	57.14	0.00
30	伤寒	45	—	—	8.89	—	—	—	91.11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合计超中位数IQR的菌型数			7	12	5	3	13	2	17	0	8	21	4	0	9	1	13	2

注:兽医临床疫病中位数=6.07,四分位间距(IQR,2.19~16.49);养殖动物非疫病中位数=4.81,四分位间距(IQR,0.48~14.27)

罗、里定、山夫登堡、爪哇纳)、其他物种(斯坦利、密西西比、浦那、纽波特、鼠伤寒)。

美国1968—2011年前30种人群感染沙门菌型与同期本土养殖动物(疫病与非疫病)存在不同

程度关联。鼠伤寒定殖于鸡、其他物种、牛,但对鸡不致病;鼠伤寒MS定殖于鸡,对马和牛致病;肠炎定殖于鸡,对鸡和其他物种致病;纽波特定殖于其他物种、牛、鸡,对牛致病;海德堡定殖于鸡,对鸡和

火鸡致病; 婴儿定殖于猪、鸡和其他物种, 对鸡、猪、其他物种致病; 爪哇纳定殖于火鸡、其他物种和鸡, 对马、其他物种和火鸡致病; 阿贡纳定殖于火鸡、鸡、猪, 对猪、火鸡和其他物种致病; 蒙得维的亚定殖于牛、鸡, 对牛、鸡和火鸡致病; 圣保罗定殖于火鸡亦对火鸡致病; 慕尼黑定殖于鸡、火鸡和其他物种, 对牛和其他物种致病, 其余菌型的宿主致病与优势生态定殖关系详见图 1A 和 1B。据疫病和非

疫病动物组中位数 IQR 超标数评估感染性沙门菌型在养殖动物的生态暴露风险, 涉疫病动物组的超标菌型(累计 59 个菌型)由高到低依次为: 其他物种>火鸡>鸡>牛>猪>马>爬行动物; 非疫病动物组(累计 58 个菌型)依次为: 鸡>其他物种>火鸡>牛>猪>养殖环境>爬行动物, 详见表 2。据此判断, 美国 1968—2011 年本土养殖的鸡、火鸡及非规模养殖动物是其人源感染性沙门菌病的主要源头。

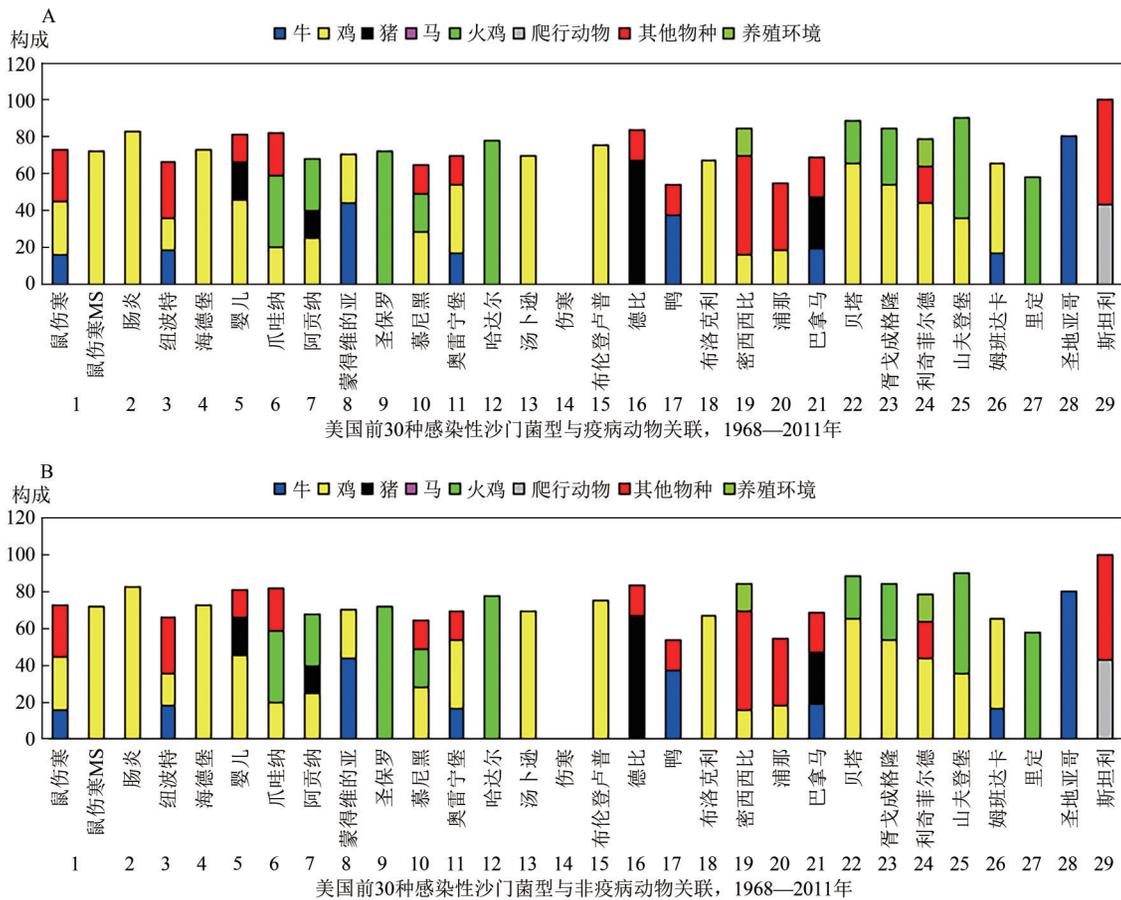


图 1 美国前 30 种感染性沙门菌菌型和疫病、非疫病动物关联(1968—2011 年)

Figure 1 30 serotypes infectious *Salmonella* spp colonization and animal epidemics, farmed animals in the United States (1968—2011)

2 美国肠道沙门菌监测数据库(2006—2016 年)

美国自 20 世纪 80 年代开始非伤寒沙门菌的发病率逐渐上升, 调查证实南美洲走私入境的小乌龟导致持久且不同程度的非伤寒沙门菌暴发。1985 年, 经巴斯德消毒的牛奶污染鼠伤寒沙门菌导致的跨州暴发提升了年度流行曲线。2001 年, 美国沙门菌发病率升至 33.00%; 1970—2016 年, 沙门菌在人群与动物中的菌型流行曲线出现波动, 养殖动物的定殖生态、食源或宠物源暴露、城市化进程使不同收入或不同区域人群的生态行为发生改变可能是直接或间接的原因, 逐渐推升美国感染性沙门菌的年度发病率。因此, 美国监测沙门菌(病)的国

家肠道实验室监测网络(Laboratory-based Enteric Disease Surveillance, LEDS)受到重视^[1,6-7]。

2006—2016 年美国 LEDS 报告肠道沙门菌菌型感染病例 477 861 例, 其中亚种 I 有 595 个菌型, 亚种 II~VI 有 247 个菌型, 不能分型的有 96 个(以单相型为主)。2006—2016 年间亚种 I 菌型分别有 293、267、267、252、255、248、262、251、264、267、248 个, 年度菌型约 250 个, 菌型略呈减少趋势, 表明监测网络在菌型分型能效上有提升^[1]。

2006—2016 年前 50 种肠道沙门菌感染菌型: 肠炎、鼠伤寒(含鼠伤寒 MS)、纽波特、爪哇纳、海德堡等, 详见表 3。前 50 种菌型病例共 394 151 例,

占亚种 I 总病例数 99.70%。伤寒、甲型副伤寒、乙型副伤寒沙门菌分别居第 14、31 和 47 位,未见丙型副伤寒病例;伤寒从 2006 年的第 17 位、2011 年的第 18 位渐次递进至 2016 年的第 15 位和 2006—2016 年整体数据的第 14 位,上升趋势值得关注。较稍早期(1968—2011 年)的 30 种菌型,2006—2016 年的肠道沙门菌型的顺位发生改变,肠炎(2008 年)逆转鼠伤寒居首位,密西西比、乙型副伤

寒爪哇变种、巴雷利、哈特福德、都柏林、肯塔基等多个菌型进入优势感染性沙门菌型序列。

3 重点研析 2016 年美国肠道沙门菌监测的测横断面数据

2016 年,美国 53 个州和地区的公共卫生网络实验室(Culture-independent Diagnostic Tests, CIDTs)上报 LEDS 的沙门菌菌型病例 46 623 例,较 2015 年

表 3 美国 LEDS 肠道感染前 50 位沙门菌菌型年度病例(2006—2016 年)

Table 3 Salmonellosis annual cases in top 50 *Salmonella* serotypes from LEDS in the United States (2006—2016)

排位	血清型	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	合计
1	肠炎	6 701	6 056	7 197	7 122	8 896	7 546	7 095	6 815	8 895	9 150	7 830	83 303
2	鼠伤寒	6 813	6 152	6 485	6 087	6 104	6 120	5 702	5 745	5 041	4 943	4 581	63 773
	鼠伤寒 MS	1 222	1 225	940	991	1 181	1 338	1 954	2 364	2 189	2 606	2 179	18 189
3	纽波特	3 374	3 554	3 828	3 815	5 046	5 185	5 077	3 706	4 437	4 731	4 728	47 481
4	爪哇纳	1 414	1 259	2 131	1 992	3 007	2 931	2 855	2 247	2 704	2 696	2 719	25 955
5	海德堡	1 483	1 576	1 278	1 409	1 092	1 102	976	1 397	1 430	1 130	754	13 627
6	蒙得维的亚	1 057	957	1 087	1 259	1 062	1 194	1 200	889	841	931	1 018	11 495
7	慕尼黑	757	952	878	818	829	976	1 036	938	873	1 106	1 216	10 379
8	婴儿	482	517	633	626	807	901	1 106	1 310	1 357	1 057	1 281	10 077
9	圣保罗	577	499	1 814	850	881	703	764	1 006	980	947	778	9 799
10	奥雷宁堡	724	676	654	893	661	718	736	677	728	853	692	8 012
11	布伦登卢普	550	551	655	715	728	733	829	681	610	825	1 001	7 878
12	汤卜逊	442	406	411	473	480	534	818	627	626	723	792	6 332
13	密西西比	604	449	432	443	471	546	648	479	532	571	536	5 711
14	伤寒	411	442	477	427	477	382	364	365	527	493	423	4 788
15	阿贡纳	530	505	601	380	508	504	339	360	307	289	362	4 685
16	乙型副伤寒爪哇变种	408	398	469	431	447	431	513	317	335	394	343	4 486
17	巴雷利	253	237	222	282	339	429	890	347	381	418	412	4 210
18	浦那	200	248	495	235	268	275	276	297	322	990	238	3 844
19	贝塔	249	188	186	182	263	321	299	257	318	406	369	3 038
20	胥戈成格隆	163	300	326	346	393	262	290	250	219	177	208	2 934
21	鸭	247	204	219	227	227	293	402	253	282	261	257	2 872
22	哈达尔	281	286	310	271	224	204	242	177	180	221	205	2 601
23	利奇菲尔德	205	237	341	263	199	230	212	200	175	232	205	2 499
24	斯坦利	306	256	217	165	230	209	212	181	206	204	184	2 370
25	哈特福德	195	192	209	184	250	241	252	155	151	207	257	2 293
26	姆班达卡	238	228	225	214	249	187	176	226	202	155	184	2 284
27	圣地亚哥	214	195	132	141	155	142	195	191	197	235	185	1 982
28	巴拿马	196	174	173	158	194	181	172	161	198	200	173	1 980
29	诺里季	117	113	135	119	154	195	183	133	158	394	234	1 935
30	鲁比斯劳	94	119	120	88	144	179	140	178	225	240	230	1 757
31	甲型副伤寒	180	184	138	176	187	182	150	138	131	113	137	1 716
32	山夫登堡	112	167	202	152	127	132	144	227	162	145	108	1 678
33	都柏林	81	104	106	100	124	100	113	137	169	170	184	1 388
34	田纳西	310	602	124	63	32	29	30	37	19	32	48	1 326
35	吉韦	122	106	117	109	103	120	150	102	101	118	161	1 309
36	德比	139	143	140	131	132	113	110	81	104	79	77	1 249
37	迈阿密	62	94	89	109	152	105	89	128	142	120	113	1 203
38	肯塔基	122	95	93	73	94	101	113	92	93	87	63	1 026
39	阿德莱	66	58	63	43	79	95	64	132	176	124	101	1 001
40	乌干达	59	73	67	51	73	84	102	153	147	87	100	996
41	加明那拉	76	74	84	60	62	100	95	72	101	128	129	981
42	维尔肖	72	74	106	81	98	75	133	67	66	95	113	980
43	曼哈顿	76	53	106	78	92	82	83	68	78	119	128	963
44	韦太夫雷登	92	83	90	73	79	56	75	61	69	80	131	889
45	勃兰登堡	92	70	78	87	63	67	74	87	72	106	86	882
46	里定	50	57	46	53	33	42	58	55	104	139	221	858
47	乙型副伤寒	135	146	83	46	91	82	54	43	61	73	36	850
48	病牛	68	47	73	61	67	110	96	57	70	70	98	817
49	明斯特	95	71	71	48	44	49	52	85	34	101	107	757
50	波摩那	89	65	86	80	49	73	72	54	48	56	41	713

略降 2.40%; 发病率(14.51/10 万)较 2015 年(14.85/10 万)有所下降;2016 年沙门菌未分型率(1.75/10 万)较 2015 年(1.16/10 万)增加 51.00%; 1 岁以下幼儿发病率和 2015 年相比亦较其他年龄组高,性别比分别为男(110.81)/10 万和女(108.81)/10 万;26 个州的发病率超过全美平均水平,多在南方和中西部地区;夏季仍是年度病例最多时节。鼠伤寒 MS、婴儿、布伦登卢普、爪哇纳、慕尼黑、蒙得维的亚菌型病例不同程度增多。LEDS 分析鼠伤寒 MS 病例增加可能与监测系统报告方式更新或实验室人员经培训更新对血清型变异的认知度有关^[1];5 625 株(12.10%)沙门菌(未分型)明显高于 2015 年,推测 CIDs 未能按培训程序完成有效分型^[1],详见表 4。

表 4 2016 年美国前 20 种肠道感染性沙门菌型的发病率

排位	血清型	病例数	构成比/%	发病率/10 万
1	肠炎	7 830	16.80	2.44
2	纽波特	4 728	10.10	1.47
3	鼠伤寒	4 581	9.80	1.43
4	爪哇纳	2 719	5.80	0.85
5	鼠伤寒 MS	2 179	4.70	0.68
6	婴儿	1 281	2.70	0.40
7	慕尼黑	1 216	2.60	0.38
8	蒙得维的亚	1 018	2.20	0.32
9	布伦登卢普	1 001	2.10	0.31
10	汤卜逊	792	1.70	0.25
11	圣保罗	778	1.70	0.24
12	海德堡	754	1.60	0.23
13	奥雷宁堡	692	1.50	0.22
14	密西西比	536	1.10	0.17
15	伤寒	423	0.90	0.13
16	巴雷利	412	0.90	0.13
17	贝塔	369	0.80	0.11
18	阿贡纳	362	0.80	0.11
19	乙型副伤寒爪哇变种	343	0.70	0.11
20	鸭	257	0.60	0.08
	小计	32 271	69.20	—
	其他血清型	7 709	19.30	2.40
	未能分型	5 625	12.10	1.75
	单相菌型	801	1.70	0.25
	粗糙或无动力	217	0.50	0.07
	小计	14 352	30.80	—
	合计	46 623	100.00	14.51

2016 年美国的肠炎、纽波特、鼠伤寒、爪哇纳、鼠伤寒 MS 等前 20 种肠道感染性沙门菌菌型感染病例计 32 271 例,占总病例的 69.20%;其余的未分型、单相型、粗糙型及无动力型菌株感染病例计 6 643,占总病例的 14.30%,菌型完成率 88.50%,详见表 4。LEDS 以 2016 年的前 20 种人感染性沙门菌菌型为基线,比较 2006—2011 年、2011—2016 年、2006—2016 年这 3 个时段的菌型,呈升序者为肠炎、鼠伤寒 MS、婴儿、慕尼黑、布伦登卢普、汤卜逊、圣保罗、

贝塔和伤寒;呈降序者为鼠伤寒、海德堡、奥雷宁堡、密西西比、阿贡纳和蒙得维的亚、乙型副伤寒爪哇变种^[1]。

美国沙门菌病确诊人群中存在“一老一小”特征。1~4 岁男性(萌动时期)和 50~69 岁女性(厨房料理)分别构成低年龄组和成人组中的菌株高分离群体,印证沙门菌暴露和人群典型行为间的关联^[1],详见表 5;而沙门菌发病率显示,1 岁以下幼儿的发病率是美国人群年龄构成中最高的,其次是 1~4 岁幼儿,成人组发病率随着年龄增加而递增,0~19 岁组男性病例高于女性,20~80 岁组的女性病例高于男性,详见表 5。

表 5 2016 年美国 LEDS 数据库沙门菌病例的性别、年龄组病例发病率

Table 6 Distribution of incidence rate based on different sex, age groups of Salmonellosis from LEDS in the United States in 2016

年龄组/岁	女		男		不详	合计
	数量	发病率	数量	发病率		
<1	2 114	108.81	2 255	110.80	172	4 541
1~4	2 755	35.38	2 991	36.73	163	5 909
5~9	1 382	13.78	1 558	14.90	90	3 030
10~19	1 799	8.81	1 977	9.27	153	3 929
20~29	2 552	11.54	2 077	9.00	153	4 782
30~39	2 251	10.73	1 950	9.26	132	4 333
40~49	2 311	11.16	1 749	8.59	133	4 193
50~59	3 008	13.32	2 244	10.41	194	5 446
60~69	2 716	14.74	2 174	13.01	177	5 067
70~79	1 752	16.37	1 329	14.92	120	3 201
≥80	1 267	16.89	669	14.58	76	2 012
不详	56	—	53	—	71	180
合计	23 963	14.65	21 026	13.25	1 634	46 623

注:据 38 535 例实验室确诊病例统计

4 美国沙门菌食源和宠物源的跨州暴发

美国 1996 年为应对肠出血性大肠埃希菌(EHEC)O157:H7 引发的跨州暴发和高死亡率而构建食源性疾病主动监测网络,该网络提升美国应对 EHEC 的防控能力,聚焦病例早发现、早追溯、早干预和降低死亡率的同时,发现各州、各类食源性沙门菌的跨州病例持续增多,有散发和聚集、隐匿或典型、波及多个州、养殖动物(宠物)接触史、有工业加工食品或即食食品消费史、单一或混合菌型的跨州暴发^[8]。

及早发现并控制疫情是衡量监测网络效率最有效指标。美国联邦机构间基于技术互认、数据共享和协作原则应对暴发,提高追溯传染源的成功率,调查和干预措施通过病例对照,预警高危食品、召回等措施降低疫情扩散、降低疾病负担。2011 年自德国扩散至欧洲、原产埃及的豆芽污染了嵌合型 EHEC O104 疫情输入美国后未见二代病例,体现了其国家

布局食品安全(内防暴发、外防输入)的直接收益^[9]。

整理美国 2006—2017 年 127 起食源性沙门菌菌型的跨州暴发事件^[10-15](表 7),解析食物暴露类型和技术升级的沙门菌主动监测能力建设(含流病调查、血清型、耐药谱、分子型和全基因组)^[9]。127 起跨州暴发分为 3 个时段:2006—2009 年 12 起、2010—2014 年 50 起、2015—2017 年 65 起,2016 年的事件数分别是 2006 年和 2011 年的 14 倍和 2.5 倍,增长趋势明显,见图 2。暴露食品归因 3 类优势食品类型:蔬菜(29 起)、加工即食(20 起)和水果(20 起),合计 69 起(54.33%,69/127),其他归因食品类别包括:肉类 18 起(禽肉 10 起、牛肉 5 起、猪肉 3 起)、蛋(3 起)、奶制品(3 起)和水产品(4 起),合计 28 起

(22.05%,28/127);溯源失败 13 起(10.24%,13/127)。传统蛋白质类别即肉、蛋、奶组合在跨州暴发的归因权重仅为 19.23%(24/130),见图 3,表明伴随社会经济的发展,消费主体(人)对食品结构的需求改变亦将影响食物供应链与疾病的关联特征。127 起跨州暴发中单一菌型 109 起、混合菌型 18 起,近 3 年混合两种及以上菌型的事件数分别为 55 和 10 起,总病例数约 13 295 例,住院和死亡分别为 1 512 和 29 例。近 3 年跨州暴发数量虽呈上升趋势,但病例数(规模)和死亡人数(疾病负担)似乎有下降趋势,见图 4。近 3 年跨州暴发病例的高跨州数(656 个州)表明病例分散和隐匿特征给跨州暴发的病例控制、调查与溯源带来挑战,见表 6。

表 6 美国食源和宠物源相关沙门菌跨州暴发(2006—2017年)

Table 6 List of foodborn and pet-associated SMSFBD in the United States (2006—2017)

类型	件数	年度	菌型	溯源结果	病例	住院	死亡	跨州
食源	1	2017	古巴/蒙得维的亚	豆芽菜(召回)	62	3	0	20
	2	2017	布伦登卢普	鸡蛋(召回)	45	11	0	10
	3	2017	纽波特	蜜瓜	24	6	1	6
	4	2017	鼠伤寒	椰浆(召回)	14	3	0	9
	5	2017	纽波特/婴儿	木瓜	4	2	0	4
	6	2017	厄班那	木瓜	7	4	0	3
	7	2017	海德堡	无食源报告	17	7	0	3
	8	2017	爪哇纳	绿叶菜	27	4	0	13
	9	2017	纽波特	西瓜	20	5	0	9
	10	2017	婴儿	芒果	48	15	0	14
	11	2017	蒙得维的亚	无食源报告	23	5	0	12
	12	2017	山夫登堡/汤卜逊/加明那拉/基安布/阿贡纳	木瓜(召回)	213	68	1	22
	13	2017	爪哇变种	寿司饭团(召回)	35	5	0	7
	14	2017	纽波特	墨西哥奶酪	14	3	0	6
	15	2017	查理	椰浆	14	2	0	7
	16	2017	鼠伤寒 MS	鸡肉	6	4	0	4
	17	2017	肠炎	莴笋	151	31	0	36
	18	2017	布伦登卢普	木瓜	55	18	0	7
	19	2017	爪哇变种/纽波特	椰浆	29	6	0	7
	20	2017	韦太夫雷登/汤卜逊/奥卡蒂/海德堡/爪哇变种/爪哇纳	树粉(召回)	199	54	0	41
	21	2016	黄金海岸	无食源报告	16	5	0	14
	22	2016	纽波特	无食源报告	25	9	0	8
	23	2016	蒙得维的亚	无食源报告	19	2	0	6
	24	2016	鼠伤寒	榛子	6	1	0	2
	25	2016	纽波特	加工碎牛肉	107	43	1	22
	26	2016	肠炎	豆芽菜	20	3	0	7
	27	2016	纽波特	无食源报告	53	9	1	17
	28	2016	纽波特	无食源报告	12	4	0	5
	29	2016	圣保罗	鸡肉	70	12	0	11
	30	2016	爪哇纳	无食源报告	45	9	0	19
	31	2016	鼠伤寒 MS	鸡肉	64	16	0	13
	32	2016	鼠伤寒 MS	坚果	5	2	0	2
	33	2016	圣保罗	黄瓜	10	3	0	3
	34	2016	爪哇纳	无食源报告	17	3	0	6
	35	2016	明尼苏达	美国甜瓜	10	3	0	8
	36	2016	肠炎	拌色拉	28	7	0	6
	37	2016	爪哇纳	洋葱	29	6	0	8
	38	2016	鸭	小辣椒	32	8	0	9
	39	2016	肠炎	牛油果	59	7	0	19
	40	2016	里定/阿邦尼	苜蓿芽菜	36	7	0	9
	41	2016	奥雷宁堡	蛋壳(召回)	8	2	0	3
	42	2016	肠炎	预包装绿叶菜	7	0	0	2

续表

类型	件数	年度	菌型	溯源结果	病例	住院	死亡	跨州
	43	2016	布伦登卢普	绿豆芽	32	6	0	14
	44	2016	巴雷利	无食源报告	21	3	0	7
	45	2016	黄金海岸	猪肉	12	1	0	5
	46	2016	奥斯陆	黄瓜	14	3	0	8
	47	2016	松兹瓦尔	无食源报告	6	1	0	2
	48	2016	蒙得维亚/山夫登堡	开心果(召回)	11	2	0	9
	49	2015	维尔肖	辣木树叶粉(召回)	35	6	0	24
	50	2015	肯塔基/古巴/慕尼黑	苜蓿草籽和豆芽(召回)	34	11	1	14
	51	2015	布伦登卢普	寿司	20	4	0	7
	52	2015	纽波特	番茄	119	17	0	2
	53	2015	巴雷利	金枪鱼寿司	8	0	0	8
	54	2015	肠炎	松露酱	81	2	0	10
	55	2015	爪哇纳	无食源报告	37	16	0	5
	56	2015	爪哇变种	坚果芽菜	13	0	0	10
	57	2015	浦那	黄瓜(召回)	907	204	6	40
	58	2015	纽波特	生牡蛎	15	2	0	8
	59	2015	乙型副伤寒	金枪鱼寿司	5	2	0	2
	60	2015	哈特福德	番茄	19	4	0	6
	61	2015	婴儿/鼠伤寒 MS	猪肉(召回)	192	30	0	5
	62	2015	肠炎	鸡肉(召回)	15	4	0	7
	63	2015	纽波特	拉丁美洲软奶酪	25	3	0	10
	64	2015	韦太夫雷登/乙型副伤寒	金枪鱼(召回)	69	12	0	11
	65	2015	乙型副伤寒	生菜	11	2	0	3
	66	2014	斯坦利	腰果	18	4	0	6
	67	2014	爪哇纳	小黄瓜	36	8	0	17
	68	2014	肠炎	绿豆芽	115	19	0	12
	69	2014	圣保罗	葡萄	27	10	0	7
	70	2014	鼠伤寒	加工碎牛肉	41	11	0	19
	71	2014	乙型副伤寒	小辣椒	21	5	0	10
	72	2014	明尼苏达	芒果	4	1	0	4
	73	2014	纽波特	黄瓜	275	48	1	29
	74	2014	巴尔登	美国甜瓜	20	6	0	15
	75	2014	哈特福德/奥雷宁堡/纽波特	鼠尾草种子(召回)	31	5	0	16
	76	2014	布伦登卢普	杏仁花生酱(召回)	6	1	0	5
	77	2013	爪哇纳	罗非鱼	33	6	0	6
	78	2013	斯坦利	生腰果奶酪(召回)	18	4	0	3
	79	2013	阿德莱	猪肉	14	2	0	5
	80	2013	维尔肖	甘蔗	7	1	0	3
	81	2013	汤卜逊	木瓜	13	6	1	4
	82	2013	纽波特	碎牛肉	39	9	0	8
	83	2013	海德堡	鸡肉	634	200	0	30
	84	2013	圣保罗	樱桃番茄/葡萄番茄	131	23	0	23
	85	2013	姆班达卡/蒙得维亚	芝麻酱(召回)	17	1	1	10
	86	2013	山夫登堡	开心果(召回)	8	1	0	6
	87	2013	圣保罗	黄瓜	84	17	0	18
	88	2012	古巴	苜蓿芽菜(召回)	不详	不详	不详	3
	89	2012	布雷登尼	无食源报告	29	不详	不详	18
	90	2012	布伦登卢普	芒果	121	不详	不详	15
	91	2012	鼠伤寒/纽波特	香瓜	270	不详	3	26
	92	2012	肠炎	碎牛肉	46	不详	不详	9
	93	2012	哈达尔	家禽	37	不详	不详	11
	94	2012	蒙得维亚	家禽	76	不详	1	22
	95	2012	婴儿/纽波特/里尔	家禽	195	不详	2	27
	96	2012	婴儿	狗粮	49	不详	不详	20
	97	2012	巴雷利/恩昌加	金枪鱼制品	425	不详	不详	28
	98	2011	肠炎	莴苣/牛肉/奶酪/番茄	68	不详	不详	10
	99	2011	鼠伤寒	碎牛肉	20	不详	不详	7
	100	2011	巴拿马	甜瓜	20	不详	不详	10
	101	2011	海德堡	犹太烧烤鸡肝脏	190	不详	不详	6
	102	2011	肠炎	土耳其松子	43	不详	不详	5
	103	2011	海德堡	火鸡	136	不详	不详	34
	104	2011	阿贡纳	进口木瓜	106	不详	不详	25
	105	2011	肠炎	苜蓿芽/辣豆芽	25	不详	不详	5
	106	2011	阿尔顿/约翰内斯堡	鸡鸭禽类	68	不详	不详	20

续表

类型	件数	年度	菌型	溯源结果	病例	住院	死亡	跨州
	107	2010	鼠伤寒	实验室感染	109	不详	不详	38
	108	2010	哈达尔	火鸡肉汉堡	12	不详	不详	10
	109	2010	鼠伤寒 MS	苜蓿芽菜	140	不详	不详	26
	110	2010	肠炎	蛋壳	1 939	不详	不详	不详
	111	2010	彻斯特	冻干酪鸡肉饭	44	不详	不详	18
	112	2010	伤寒	冷冻曼密苹果浆	9	不详	不详	2
	113	2010	哈特福德/巴尔登	墨西哥餐厅快餐食品	75	不详	不详	15
	114	2010	鼠伤寒 MS	冷冻啮齿动物	34	不详	不详	17
	115	2010	纽波特	苜蓿芽菜	44	不详	不详	11
	116	2009	蒙得维的亚	意式肉制品	272	不详	不详	44
	117	2009	圣保罗	苜蓿芽菜	235	不详	不详	14
	118	2008	蒙得维的亚/纽波特/山夫登堡	开心果	不详	不详	不详	不详
	119	2008	鼠伤寒	花生酱	600	不详	9	44
	120	2008	圣保罗	墨西哥原产辣椒酱	1 500	282	2	43
	121	2008	阿贡纳	谷物混合制品	28	不详	不详	15
	122	2008	利奇菲尔德	甜瓜	51	不详	不详	16
	123	2007	鼠伤寒 MS	馅饼	272	不详	不详	35
	124	2007	胥戈成格隆	宠物食品	62	不详	不详	18
	125	2007	旺兹沃思	素食制品	69	6	0	23
	126	2006	田纳西	花生酱	715	93	0	48
	127	2006	鼠伤寒	番茄	183	不详	不详	21
宠物	1	2017	阿班尼	小乌龟	76	30	0	19
	2	2015	浦那	小乌龟	25	7	0	6
	3	2015	圣地亚哥	小乌龟	21	5	0	7
	4	2015	浦那/IIIb 61:i:z53	小乌龟	69	21	0	21
	5	2015	圣地亚哥	小乌龟	17	5	0	9
	6	2014	浦那	小乌龟	40	8	0	12
	7	2012	鼠伤寒	小乌龟	44	11	0	11
	8	2012	鼠伤寒 MS	小乌龟	19	3	0	5
	9	2012	浦那	小乌龟	78	8	0	13
	10	2012	波摩那	小乌龟	120	19	0	29
	11	2012	圣地亚哥	小乌龟	7	1	0	3
	12	2012	浦那/圣地亚哥	小乌龟	58	16	0	22
	13	2012	波摩那	小乌龟	23	5	0	14
	14	2012	圣地亚哥/纽波特	小乌龟	124	15	0	22
	15	2011	乙型副伤寒爪哇变种	小乌龟	132	13	0	18
	16	2011	鼠伤寒	刺猬	26	8	1	12
	17	2010	肠炎	豚鼠	10	1	0	8
	18	2009	鼠伤寒	非洲侏儒蛙	241	不详	不详	42
	19	2009	慕尼黑	小乌龟	10	0	0	8
	20	2009	鼠伤寒	水蛙	85	不详	不详	31
	21	2008	鼠伤寒	小乌龟	135	29	0	25
	22	2007	乙型副伤寒爪哇变种	小乌龟	107	26	0	34
	23	2007	波摩那	小乌龟	20	1	1	11
	24	2006	鼠伤寒 MS	小乌龟	4	1	0	2

收集整理美国 2006—2017 年 24 起宠物源沙门菌菌型跨州暴发^[16-18],除 2013 年和 2016 年外,其余年度均有,2012 年最多(8 起),见图 2。除 2009 年(水蛙、非洲侏儒蛙)、2011 年(刺猬)这 3 起暴发外,其余 21 起均与合法养殖流通的小乌龟(巴西红耳龟)有关;相比食源性跨州暴发,宠物导致暴发的跨时更长、病例更分散和隐匿性更高,如 2009 年非洲侏儒蛙疫情跨时达 27 个月。宠物源沙门菌跨州暴发病例以幼儿为主,年龄中位数多在 10 岁以下;菌型单一与混合兼有,鼠伤寒(鼠伤寒 MS)件数最多(7 起),其次是浦那(5 起)、圣地亚哥(4 起)和波摩那(3 起),该结果提示家庭宠物(养殖)可能正成为新型生态行为传染病的传染源。24 起宠物源跨州

暴发中单一菌型 22 起、混合菌型 2 起,总病例数约 1 491 例,住院和死亡分别为 203 和 2 例,自 2012 年后,宠物源跨州暴发的病例数(规模)和死亡人数(疾病负担)有明显下降趋势,见图 5 和表 7。

5 讨论

2015 年全球约 6 亿人感染 31 种食源性疾病,死亡约 42 万人,非伤寒、副伤寒病例约 9 400 万^[19]。有学者测算美国每年由食源性疾病引发的包括疫苗、医疗护理、住院以及管理费在内的直接和间接经济损失达 1 520 亿美元,其中仅沙门菌感染一项所引发的经济负担就达 10 亿美元^[20]。1996 年 CDC 与美国食品药品监督管理局(Food and Drug

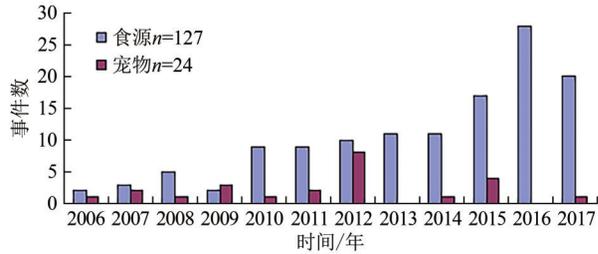


图2 美国食源与宠物源沙门菌跨州暴发的年度分布 (2006—2017年)

Figure 2 Annual Salmonellosis distribution of multistate outbreaks in the United States (2006—2017)

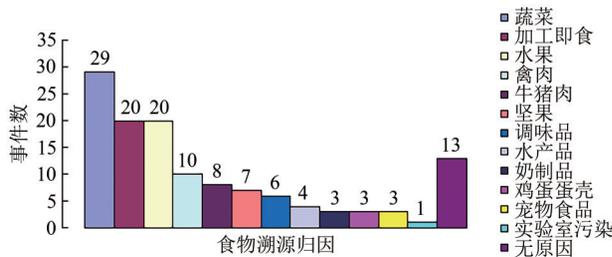


图3 美国食源性沙门菌跨州暴发的归因特征 (2006—2017年)

Figure 3 Foodborne attribution characteristics caused to SMSFBD in the United States (2006—2017)

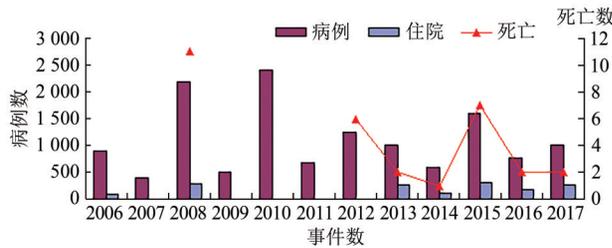


图4 食源性沙门菌跨州暴发的年度疾病负担(2006—2017年)

Figure 4 Annual Salmonellosis burden caused to SMSFBD (2006—2017)

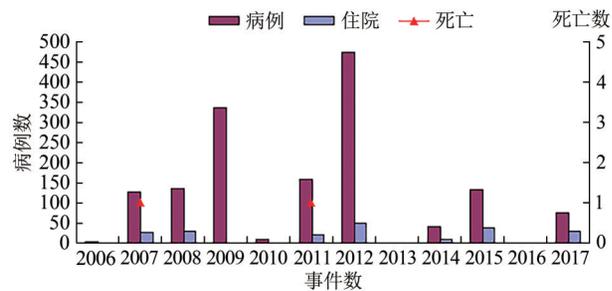


图5 宠物源沙门菌跨州暴发的年度疾病负担 (2006—2017年)

Figure 5 Annual Salmonellosis burden caused to pet-associated multistate outbreaks (2006—2017)

Administration, FDA)、美国农业部(United States Department of Agriculture, USDA)在原先各自为政的基础上合作建立食源性多病原主动监测网络,共同应对消费链扩展(全球食物产业链)给国家生态和食品安全造成的挑战;联合预警并控制潜在暴发,

降低食源性疾病负担;分工监测本土与输入菌型病例对菌型消长与时空变迁对国家生物安全的影响。1998年沙门菌(病)在美国发病率逐渐升高态势和全球化贸易的经济背景下,被公共卫生学家定义为新的挑战:存在生态改变、人口结构和行为改变、国际旅行和贸易增多、技术和产业升级、微生物适应改变和公共卫生体系弱化等问题^[21]。

传统研究认为动物性食物是人类感染沙门菌的主要途径。有大数据评估全球5大洲(非洲、美洲、亚洲、欧洲和大洋洲)的4类动物性食品(牛肉、猪肉、家禽和海鲜)中的沙门菌菌型,鼠伤寒是分布范围最广泛的血清型,在4个矩阵模型和所有大陆中都具有优势地位;来自家禽的肠炎与人类疾病保持绝对优势;鸭和韦太夫雷登是牛肉和海鲜中最常见的。建议对德尔卑、阿贡纳、婴儿、肯塔基等血清型加强监测,并针对养殖优势生态关联菌型改进控制干预措施或降低人类持续暴露的风险^[22]。

美国每年人群感染沙门菌病的菌型约250个,菌型具有多样性,2008年肠炎逆转替代鼠伤寒成为肠道沙门菌首位菌型,映射了养殖动物链(肉制品生产、加工、流通)供给量与人群暴露的剂量-反应关系。兽医监测数据表明,优势菌型定殖于养殖动物的生态优势持续增强:美国的鼠伤寒一直是牛源优势型,肠炎是鸡/鸡蛋的优势型;源于欧洲猪源的鼠伤寒MS削弱了美国本土的鼠伤寒菌型优势,增强其定殖美国猪场的适应性竞争力^[18,23]。蔬菜(番茄、黄瓜)、加工即食产品和水果亦是跨州暴发最常见的食品;宠物源跨州暴发时间周期长,显示其分散和隐匿特征。

美国沙门菌菌型的多维度数据链(人、养殖动物和食源与宠物源暴发)反映人类社会经济发展不同阶段的优势菌型与食源生态行为相关传染病的行为互动规律:纽波特是优势菌型中跨州暴发事件最多、单次发生致死病例频次最高的菌型;鼠伤寒(鼠伤寒MS)、浦那、圣地亚哥、波摩那是暴露宠物感染的优势菌型;伤寒、甲型和乙型副伤寒仍有复燃风险;伤寒、甲型副伤寒和都柏林(牛)是美国重要但不优势的肠外侵袭菌型;纽波特(牛)、鼠伤寒MS(猪)、海德堡(鸡)、肯塔基(鸡)等养殖相关多重耐药菌型除加强监测以外,宜逐渐融入“同一健康”的全球化生态(人与动物健康)网络,以满足全球对耐药菌的分级干预效果^[24]。利用美国沙门菌菌型大数据进行回顾性研究,发现其亦可能存在菌型误判,由于所有菌型数据均来自各网络哨点实验室、通过平台上报,CDC参比实验室无法及时纠正实际或潜在菌型误判,诸如:贝塔(肠炎)、诺里季(布伦

表7 美国食源和宠物源 SMSFBD 菌型属性与疾病负担特征(2006—2017年)

Table 7 Salmonellosis serotype attribute and burden of foodborn and pet-associated SMSFBD in the United States (2006—2017)

年度	食源(n=127)					跨州	宠物源(n=23)					
	单一型	混合型	病例	住院	死亡		单一型	混合型	病例	住院	死亡	跨州
2006	2	0	898	93	不详	69	1	0	4	1	0	2
2007	3	0	403	6	不详	76	2	0	127	27	1	45
2008	4	1	2 179	282	11	118	1	0	135	29	0	25
2009	2	0	507	不详	不详	58	3	0	336	0	0	81
2010	8	1	2 406	不详	不详	137	1	0	10	1	0	8
2011	8	1	676	不详	不详	122	2	0	158	21	1	30
2012	7	3	1 248	不详	6	179	7	1	473	48	0	119
2013	10	1	998	270	2	116	0	0	0	0	0	0
2014	10	1	594	118	1	140	1	0	40	8	0	12
2015	14	3	1 605	310	7	172	3	1	132	38	0	43
2016	26	2	774	177	2	244	0	0	0	0	0	0
2017	15	5	1 007	256	2	240	1	0	76	30	0	19
合计	109	18	13 295	1 512	29	1 671	22	2	1 491	203	2	384

登卢普)、都柏林(肠炎)、阿邦尼(乙型副伤寒爪哇变种)等,此数据可为国内沙门菌血清型大数据复核清洗(通过人员或方法比对的二次复核)的菌型质量控制提供有效参考^[25]。

我国已建立全国食源性主动监测网络,并通过不断优化技术、完善中国特色的食源性暴发监测预警体系,为遏制逐年增多的沙门菌聚集病例提供更精准的食品溯源与暴露数据^[26],研究后续将进一步阐述美国近20年跨州暴发菌型变迁趋势和溯源食品(或家庭宠物)之间的归因分析,加强对美国优势和非优势沙门菌菌型的暴露风险评估,揭示沙门菌在美国本土养殖(动物和农作物)和环境中的生态互动、适应性寄生和克隆进化与输出能力,预警其暴露风险和剂量-反应关系,为作好我国沙门菌行为生态型传染病的防控研究提供参考与借鉴。

参考文献

- [1] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). National Enteric Disease Surveillance: *Salmonella* Surveillance Annual Report, 2016 [EB/OL]. (2018-02-28) <https://www.cdc.gov/nationalsurveillance/pdfs/2016-Salmonella-report-508.pdf>.
- [2] 许学斌, 胡培玉, 席曼芳, 等. 检出一株沙门菌波摩那血清型[J]. 中华检验医学杂志, 2002, 25(6): 366.
XU X B, HU P Y, XI M F, et al. A *Salmonella* Pomona serotype was detected[J]. Chinese Journal of Laboratory Medicine, 2002, 25(6): 366.
- [3] MAJOWICZ S E, MUSTO J, SCALLAN E, et al. The global burden of nontyphoidal *Salmonella* gastroenteritis[J]. Clinical Infectious Diseases, 2010, 50(6): 882-889.
- [4] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Disease. An Atlas of *Salmonella* in the United States, 1968—2011[EB/OL]. <https://www.cdc.gov/salmonella/reportspubs/salmonella-atlas/>.
- [5] 陈建辉, 欧剑鸣, 陈伟伟, 等. 1984—2016年福建省人源与食源性沙门菌血清分型和耐药特征研究[J]. 疾病监测, 2019, 34(4): 316-321.

- CHEN J H, OU J M, CHEN W W, et al. Serotype and drug resistance of *Salmonella* isolates of human and food sources in Fujian Province, 1984—2016[J]. Disease Surveillance, 2019, 34(4): 316-321.
- [6] HENAO O L, JONES T F, VUGIA D J, et al. Foodborne diseases active surveillance network-2 decades of achievements, 1996—2015[J]. Emerging Infectious Diseases, 2015, 21(9): 1529-1536.
 - [7] Nguyen V D, Bennett S D, Mungai E, et al. Increase in multistate foodborne disease outbreaks—United States, 1973—2010[J]. Foodborne Pathogens and Disease, 2015, 12(11): 867-872.
 - [8] BENNETT S D, LITTRELL K W, HILL T A, et al. Multistate foodborne disease outbreaks associated with raw tomatoes, United States, 1990—2010: A recurring public health problem[J]. Epidemiology and Infection, 2015, 143(7): 1352-1359.
 - [9] BIELASZEWSKA M, MELLMANN A, ZHANG W L, et al. Characterisation of the *Escherichia coli* strain associated with an outbreak of haemolytic uraemic syndrome in Germany, 2011: A microbiological study[J]. Lancet Infectious Diseases, 2011, 11(9): 671-676.
 - [10] CROWE S J, MAHON B E, VIEIRA A R, et al. Vital signs: Multistate foodborne outbreaks—United States, 2010—2014[J]. MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report, 2015, 64(43): 1221-1225.
 - [11] US Department of Health and Human Services. Surveillance for Foodborne Disease Outbreaks, United States, 2013 [EB/OL]. Annual Report. Atlanta, Georgia, 2015. <http://www.cdc.gov/foodsafety/fdoss/>.
 - [12] US Department of Health and Human Services. Surveillance for Foodborne Disease Outbreaks, United States, 2014 [EB/OL]. Annual Report. Atlanta, Georgia, 2016. <http://www.cdc.gov/foodsafety/fdoss/>.
 - [13] US Department of Health and Human Services. Surveillance for Foodborne Disease Outbreaks, United States, 2015 [EB/OL]. Annual Report. Atlanta, Georgia, 2017. <http://www.cdc.gov/foodsafety/fdoss/>.
 - [14] US. Department of Health and Human Services. Surveillance for Foodborne Disease Outbreaks, United States, 2016 [EB/OL].

- Annual Report. Atlanta, Georgia, 2018. <http://www.cdc.gov/foodsafety/fdoss/>.
- [15] US. Department of Health and Human Services. Surveillance for Foodborne Disease Outbreaks, United States, 2017 [EB/OL]. Annual Report. Atlanta, Georgia, 2019. <http://www.cdc.gov/foodsafety/fdoss/>.
- [16] BOSCH S, TAUXE R V, BEHRAVESH C B. Turtle-associated Salmonellosis, United States, 2006—2014[J]. Emerging Infectious Diseases, 2016, 22(6): 1149-1155.
- [17] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases (NCEZID), Division of Foodborne, Waterborne, and Environmental Diseases (DFWED). 2012 Salmonella Infections Linked to Small Turtles. [EB/OL]. (2018-02-28) <https://www.cdc.gov/salmonella/small-turtles-10-15/index.html>
- [18] ZHANG S K, LI S T, GU W D, et al. Zoonotic source attribution of *Salmonella enterica* serotype Typhimurium using genomic surveillance data, United States [J]. Emerging Infectious Diseases, 2019, 25(1): 982-91.
- [19] SAVELLI C J, BRADSHAW A, EMBAREK P B, et al. The FAO/WHO international food safety authorities network in review, 2004—2018: learning from the past and looking to the future [J]. Foodborne Pathogens and Disease, 2019, 16(7): 480-488.
- [20] GBD 2017 Typhoid and Paratyphoid Collaborators. The global burden of typhoid and paratyphoid fevers: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. Lancet Infectious Diseases, 2019, 19(4): 369-381.
- [21] 张婧萱, 黄美恋, 刘玥, 等. 2006—2020年美国沙门菌跨州暴发案例分析[J]. 疾病监测, 2021, 36(8): 837-843. ZHANG J X, HUANG M L, LIU Y, et al. Multistate *Salmonella* infection outbreaks in United States, 2006 to 2020 [J]. Disease Surveillance, 2021, 36(8): 837-843.
- [22] FERRARI R G, ROSARIO D K A, CUNHA-NETO A, et al. Worldwide epidemiology of *Salmonella serovars* in animal-based foods: a meta-analysis [J]. Applied And Environmental Microbiology, 2019, 85(14): e00591-19.
- [23] SUN H H, WAN Y P, DU P C, et al. The epidemiology of monophasic *Salmonella* Typhimurium [J]. Foodborne Pathogens and Disease, 2020, 17(2): 87-97.
- [24] MWATONDO A, AFIFAH R S, HOLLMANN L, et al. A global analysis of One Health Networks and the proliferation of One Health collaborations [J]. The Lancet, 2023, 401(10376): 605-616.
- [25] WANG Y N, LIU Y, LYU N, et al. The temporal dynamic of antimicrobial-resistant-*Salmonella enterica* predominant seroin China [J]. Nation Science Review, 2022, 10(3): nwac269.
- [26] 白莉, 刘丽莎, 李亮亮, 等. 2011—2017年中美两国食源性疾病暴发监测资料比较及对我国监测体系建设的启示 [J]. 中国食品卫生杂志, 2022, 34(5): 863-870. BAI L, LIU L S, LI L L, et al. Comparison of foodborne disease outbreaks data in China and the United States from 2011 to 2017 and its inspiration for construction of monitoring system in China [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2022, 34(5): 863-870.

《中国食品卫生杂志》2024年征稿征订启事

《中国食品卫生杂志》创刊于1989年,由中华人民共和国国家卫生健康委员会主管,中华预防医学会、中国卫生信息与健康医疗大数据学会共同主办,刊号:ISSN 1004-8456、CN 11-3156/R,邮发代号:82-450,月刊,国内公开发行人。本刊是2008、2011、2017、2020、2023版中文核心期刊,中国科学引文数据库核心刊(C刊),中国科技核心期刊,中国精品科技期刊。中国知网(CNKI)全文收录。2020年版影响因子1.553,在预防医学领域影响力指数排名第8(8/86)。曾连续多年获得中华预防医学会优秀期刊一等奖。

刊登范围:食品卫生领域的科研方法及成果,检验检测技术(包括化学分析技术、微生物检验技术、毒理学方法),有毒有害物质的监测、评估、标准的研究,监督管理措施及方法,应用营养等。

主要栏目:专家述评、论著、研究报告、实验技术与方法、监督管理、调查研究、食品安全标准及监督管理、风险监测、风险评估、应用营养、食源性疾病、综述及国际标准动态。

刊发周期:审稿通过后一般在2个月左右刊出。对具有创新性的优秀论文开通绿色通道,加急审稿、优先发表。

欢迎投稿 欢迎订阅

投稿网址:<http://www.zgspws.com>

订 阅:2024年《中国食品卫生杂志》。每期定价40元,全年480元。

订阅方式可以通过以下:

- 1、杂志官方网站订阅(详情见官网 www.zgspws.com、可咨询购买过刊)。
- 2、通过邮局订阅,邮发代号82-450。
- 3、通过杂志淘宝店,微信公众号线上购买(详情请扫描以下二维码关注)。

地 址:北京市朝阳区广渠路37号院2号楼802室

《中国食品卫生杂志》编辑部

电 话:010-52165596 邮政编码:100021 E-mail:spws462@163.com



杂志公众号



杂志淘宝店



杂志微店