

综述

中国畜禽源单核细胞增生李斯特菌流行性的系统回顾及荟萃分析

张皓琪¹,董鹏程¹,朱立贤¹,刘昀阁¹,毛衍伟¹,罗欣¹,韩广星²,郝剑刚³,张一敏¹

(1. 山东农业大学食品科学与工程学院, 山东泰安 271018; 2. 国家肉牛牦牛产业技术体系临沂站, 山东临沂 276000; 3. 国家肉牛牦牛产业技术体系乌拉盖站, 内蒙古锡林郭勒盟 026321)

摘要:目的 为明确我国畜禽源单核细胞增生李斯特菌(单增李斯特菌)的流行特性,本文通过荟萃(Meta)分析对我国畜禽源食品单增李斯特菌污染与流行情况进行了系统回顾,以期为我国畜禽肉生产过程中单增李斯特菌的防控提供参考依据。方法 首先在PubMed、Web of Science、万方数据库、中国知网等数据平台通过输入关键检索词检索2001—2022年发表的有关我国畜禽食品中单增李斯特菌检出率的文献,之后利用Stata软件对文献数据进行Meta分析。结果 共纳入中、英文研究文献277篇,总样本数据为110 066例,单增李斯特菌的合并检出率为7.2%(95%CI:6.4%~8.0%)。不同区域的亚组分析发现,吉林和黑龙江等地的检出率高于其他地区;不同时间的亚组分析发现单增李斯特菌的检出率随着时间的推移而降低。熟肉食品中单增李斯特菌的检出率(2.9%,95%CI:2.4%~3.5%)远低于生肉(10.7%,95%CI:9.5%~12.0%);生肉中鸡肉的检出率为11.0%(95%CI:8.3%~14.0%)与猪肉的检出率10.9%(95%CI:7.9%~14.2%)略高于其他种类的生肉。结论 我国畜禽源食品单增李斯特菌检出率依然处于比较高的水平。

关键词:中国畜禽肉;单核细胞增生李斯特菌;流行性;荟萃分析

中图分类号:R155 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-8456(2023)07-1120-09

DOI:10.13590/j.cjfh.2023.07.023

A systematic review and meta-analysis of the prevalence of *Listeria monocytogenes* in livestock and poultry in China

ZHANG Haoqi¹, DONG Pengcheng¹, ZHU Lixian¹, LIU Yunge¹, MAO Yanwei¹, LUO Xin¹,
HAN Guangxing², HAO Jiangang³, ZHANG Yimin¹

(1. School of Food Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Shandong Taian 271018, China; 2. Linyi Station of China Agriculture Research System (beef), Shandong Linyi 276000, China; 3. Wulagai Station of China Agriculture Research System (beef) Inner Mongolia Wulagai, Inner Mongolia Xilingol League 026321, China)

Abstract: Objective To understand the epidemic characteristics of *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*) from livestock and poultry in China, the contamination and prevalence of *L. monocytogenes* in livestock and poultry food in China was systematically reviewed via a meta-analysis. The findings can provide data that can help in the prevention and control of *L. monocytogenes* during the production of livestock and poultry meat. **Methods** The relevant literature on the detection rate of *L. monocytogenes* in livestock and poultry food published from 2001 to 2022 in China was searched by inputting key search terms on PubMed, Web of Science, Wanfang Database, CNKI, and other data platforms. The meta-analysis was performed using Stata software. **Results** A total of 277 Chinese and English research articles were selected, representing a total of 110 066 samples and a combined *L. monocytogenes* detection rate of 7.2% (95%CI: 6.4%-8.0%). The subgroup analysis of different regions showed that the detection rates of this pathogen in Jilin and Heilongjiang were higher than that of other regions. The subgroup analysis of different time periods found that the detection rate of *L. monocytogenes* decreased with the extension of time. The detection rate of *L. monocytogenes* in cooked meat (2.9%, 95%CI:

收稿日期:2022-07-08

基金项目:国家重点研发专项(2019YFE0103800);国家现代农业产业技术体系(肉牛牦牛,CARS-37);山东省农业重大技术协同推广计划项目(SDNYXTG-2023-26);山东省现代农业产业技术体系(SDAIT-08-10,SDAIT-09-09)

作者简介:张皓琪 男 在读研究生 研究方向为食品微生物 E-mail:zhq13425@163.com

通信作者:张一敏 女 教授 研究方向为肉品科学 E-mail:ymzhang@sdau.edu.cn

2.4%-3.5%) was much lower than that in raw meat (10.7%, 95%CI: 9.5%-12.0%), and the detection rate in poultry meat and pork was 11.0% (95%CI: 8.3%-14.0%) and 10.9% (95%CI: 7.9%-14.2%), respectively, which was slightly higher than that in other types of raw meat. **Conclusion** The detection rate of *L. monocytogenes* in livestock and poultry food is still at a relatively high level in China.

Key words: Livestock and poultry meat in China; *Listeria monocytogenes*; prevalence; meta-analysis

单核细胞增生李斯特菌(简称单增李斯特菌, *Listeria monocytogenes*)是一种常见的食源性致病菌,主要存在于肉类、奶及奶制品等动物性食品中,在蔬菜等植物性食品中也偶有检出。单增李斯特菌是李斯特菌中唯一能够引起人畜共患病的病原菌,会引起李斯特菌病,感染后主要表现为脑膜炎、败血症、单核细胞增多等症状。李斯特菌病的死亡率高达24%^[1],据报道,2010年全球有5463人死于李斯特菌感染^[2]。众多研究发现,李斯特菌病的感染与食用受污染的食品(肉、家禽、蔬菜、乳制品和鱼)有关^[3-4],为食品的安全性带来的很大的危害。由于能引起可能危及生命的感染症状,单增李斯特菌已成为一个重大的公共安全问题。目前国内的畜禽肉安全性较以前有了明显的改善,国家制定了严格的肉中微生物限量标准,如对预包装肉及熟肉制品中的大肠菌群、菌落总数、沙门菌的卫生指标做出了严格的规定,要求在预包装肉制品中不得检出单增李斯特菌^[5-6]。

然而,我国肉制品中单增李斯特菌仍时有检出,如2019年1~8月对武汉259份超市零售猪肉的检测发现,单增李斯特菌的检出率为24.71%(64/259)^[7]。涂春田等^[8]对上海地区生鸡翅中单增李斯特菌进行了检测,结果发现检出率为14.07%(38/270)。2016年YANG等^[9]对中国不同地区的即食肉制品(酱肉、香肠、熟肉干等)进行检测,结果发现3440份样品中共检出75份阳性样品,检出率为2.18%。在动物屠宰加工环节也检测出了单增李斯特菌,ZHU等^[10]对中国3家肉牛加工厂的屠宰环节进行取样,在皮毛、去内脏前后胴体、冷藏胴体、分割肉、粪便和工厂环境中均检出了单增李斯特菌。由此可见,在我国生鲜肉、肉制品、肉类产品的生产加工过程中,单增李斯特菌是我国畜禽肉类产品生产过程中的重要微生物危害之一,然而只通过几篇单一的研究文献无法系统地确定我国畜禽肉类产品中单增李斯特菌的真实污染水平与消长规律。

近年来,荟萃分析(Meta分析)在食品领域的运用越来越多,通过Meta分析可以分析评估、识别和总结食品领域大量的研究结果,明确食品中某类或某几类微生物的流行率^[11]。通过Meta分析可以清晰地了解到不同食品中不同微生物的流行情况,因

此可以基于这些数据结合该产品的加工特性和流通情况去制定相应食品中致病菌的预防措施。不同国家和地区对畜禽肉中单增李斯特菌的流行率Meta分析也取得了一些成果,XAVIER等^[12]通过Meta分析发现葡萄牙肉制品中单增李斯特菌的流行率为8.8%(95%CI:6.5%~11.8%)。LIU等^[11]对2007—2017年我国肉制品中单增李斯特菌的流行情况进行了分析,得出生肉和即食肉制品中单增李斯特菌的检出率分别为8.5%(95%CI:7.1%~10.3%)和3.2%(95%CI:2.7%~3.9%)。为了解我国畜禽源肉类中单增李斯特菌检出率的最新情况,以更好地完成对单增李斯特菌的防控工作,本研究将Meta分析的时间限定为2001—2022年,以此更为详实地总结和系统性分析我国畜禽源单增李斯特菌的最新流行情况。

1 材料与方法

1.1 文献检索

遵循Cochrane制定的准则进行Meta分析^[13],使用英文数据库PubMed、Web of Science和中文数据库中国知网(CNKI)、万方数据库等数据平台进行文献检索。在中文数据库中,对中文检索词包括“单增李斯特菌”“流行性”“污染状况”进行高级检索,并使用同义词扩展与模糊匹配功能。在英文数据库中,使用MeSH检索获取各检索词的主题联想词,获取所有关于本次检测的相关词条,以确保能尽可能检索到匹配的文献。检索式为[(meat) OR (beef) OR (pork) OR (Poultry)] AND (*Listeria monocytogenes*) AND [(Prevalence) OR (Prevalences) OR (Period Prevalence) OR (Period Prevalences) OR (Prevalence, Period) OR (Point Prevalence) OR (Point Prevalences) OR (Prevalence, Point)]。同时,搜索时间设定为2001—2022年。

1.2 文献筛选

按照文献检索标准进行检索,以及在检索过程中发现的符合标准的文献共2156篇。其中英文文献共有1367篇,包括PubMed中630篇,Wed of Science中737篇。中文文献共有789篇,包括万方数据库中162篇,中国知网(CNKI)中627篇。

对检索出全部文献使用EndNote 20进行收集、

整理和管理;去除重复文献(不同数据库中收录的相同文献)。共去除中文重复文献139篇、英文重复文献220篇,剩余文献共1797篇,其中英文文献1153篇,包括PubMed中440篇,Wed of Science中

713篇。中文文献共有644篇,包括万方数据库中89篇,中国知网(CNKI)中555篇。

将检索到的文献按标准进行筛选,其纳入和排除标准见表1。

表1 纳入和排除标准

Table 1 Inclusion and exclusion criteria

纳入标准	排除标准
数据来源于中国	数据来源于其他国家
数据关于单增李斯特菌流行性	数据与单增李斯特菌的流行性无关
样本类型为畜禽源样本	样本类型非畜禽源样本
有明确的样本数量和取样时间、地点	无明确样本数量或取样时间、地点
	文献内容表述不清或前后矛盾
	综述类文献、毕业、会议论文

在阅读文献时,首先阅读文献的题目与摘要,对于明显不相关的文献进行排除,如果文献的题目与摘要符合筛选要求,对文献进行全文阅读,继续根据文献筛选标准判断是否最终纳入此文献数据。

1.3 数据提取

当样品中提取出的样本被检测并确认为阳性时,样品被认为是单增李斯特菌阳性。所以本文从每一份筛选出的文献进行数据提取,主要包括以下基本信息:第一作者、发表时间、调查时间、采样地点及总样本量与单增李斯特菌检出率。将提取出的数据录入Microsoft Excel电子表格中,以便于后期的数据分析与质量评估。将纳入的畜禽源样本分为生肉和熟肉制品。生肉又进一步被分类成生羊肉、生猪肉、生鸡肉、生牛肉、生鸭肉等。

1.4 统计学分析

对畜禽肉食品总样本量与受单增李斯特菌污染的样品数量进行Meta分析。计算受单增李斯特菌污染样品数量占畜禽肉食品样本总量的百分比,即检出率,并进行率的合并。在进行检出率的合并之前,对单增李斯特菌检出率的原始数据或转换后的数据进行正态分布检验,根据检验结果选择最接近正态分布的一种数据形式进行Meta分析。本实验使用的转换方法是Freeman-Tukey转换^[14]。使用

Metaprop函数进行率的合并。将研究纳入的数据绘制单增李斯特菌检出率森林图,使用此森林图对每个试验的异质性进行直观评估,并使用I²统计量以及相关P值进行定量评估。当P<0.10及I²>50%时,使用随机效应模型进行Meta分析,反之则选用固定效应模型进行Meta分析^[15]。计算95%的置信区间(Confidence interval, CI)。使用纳入数据绘制漏斗图与Egger图,通过漏斗图与Egger检验,分析所纳入文献是否存在发表偏倚。运用Stata 17进行亚组分析并对合并检出率中高异质性的可能来源进行分析,分析研究不同的地区、年份、种类以及生熟肉之间各种因素的影响。

所有的数据通过Stata 17进行统计与率的Meta分析,并使用该软件中的metaprop、metan函数进行Meta分析、漏斗图、Egger图的绘制以及亚组分析。

2 结果

2.1 文献筛选流程及筛选结果

按标准筛选后剩余文献共277篇文献,包括中文文献253篇,英文文献24篇。将此277篇文献进行数据收集,共收集样本总量110066例,其中受单增李斯特菌污染的样本数为7777例。文献筛选流程见图1。

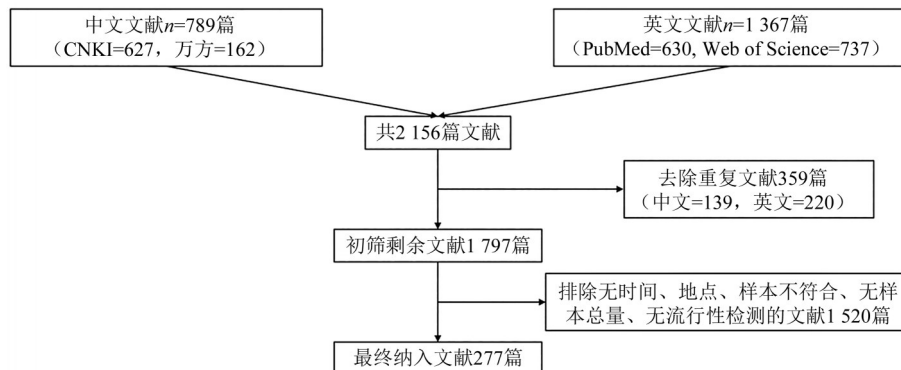


图1 文献筛选流程图

Figure 1 Flow chart of literature selection

2.2 畜禽源单增李斯特菌检出率的异质性分析

在所纳入的文献中,采样调查时间覆盖了 2000—2020 年。调查地点共覆盖了 27 个省(自治区、直辖市)的不同地区。文献中样本总数最多的为 5 683 例,最低为 13 例。对于纳入分析的 277 篇文献进行异质性检验,数据经过正态分布检验后,得到检验结果显示所纳入的文献存在异质性($I^2=95.88\%$, $t^2=0.059$, $P<0.01$),所以选用随机效应模型进行 Meta 分析。经合并效应量结果显示,我国畜禽源肉类食品中单增李斯特菌的合并检出率为 7.2%(95%CI: 6.4%~8.0%)。另外对其异质性来源使用 Galbraith 图进行检验与分析。由图 2 可知,分布在线外的文献研究是本次异质性的主要来源。

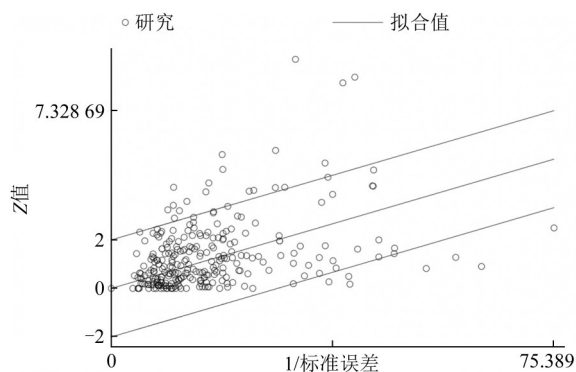


图2 畜禽源单增李斯特菌检出率 Galbraith 图

Figure 2 Galbraith diagram of the detection rate of *L. monocytogenes* from livestock and poultry sources

2.3 畜禽源单增李斯特菌检出率的发表偏倚分析

对研究纳入的数据进行漏斗图绘制,见图 3。漏斗图左半区域显示较为集中,并且呈现为不对称现象,说明可能存在发表偏倚。使用 Egger 线性回归法进一步检验,见图 4。Egger 图检验结果 $t^2=4.00$, $P<0.001$ 。由于 $P<0.05$,表明文献存在一定的发表偏倚,即在同类研究中,结果具有统计学意义的研究比结果不显著的研究更容易被接受和发表^[16]。但总体对结果不会产生影响。

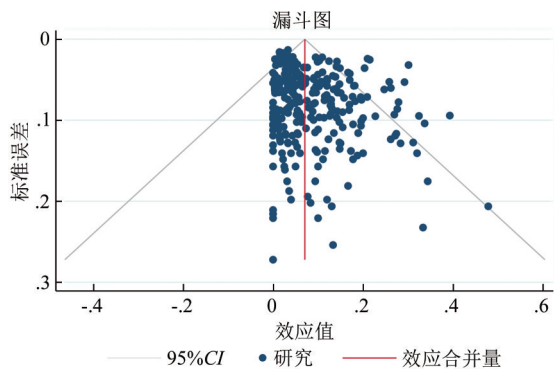


图3 畜禽源单增李斯特菌检出率漏斗图

Figure 3 Funnel diagram of the detection rate of *L. monocytogenes* from livestock and poultry sources

Egger 检验发表偏倚图

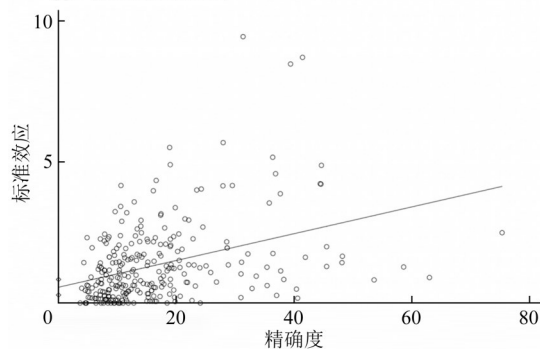


图4 畜禽源单增李斯特菌检出率 Egger 检验图

Figure 4 Egger test chart of the detection rate of *L. monocytogenes* from livestock and poultry sources

2.4 畜禽源单增李斯特菌检出率的亚组分析

合并检出率的 Meta 分析表明,所纳入的文献中单增李斯特菌的检出率具有较高的异质性($I^2=95.88\%$),故需要对数据进行亚组分析来评估异质性的来源。分别对文献中所提到的地区、时间、种类以及所采样品生熟之间的污染情况进行亚组分析。由表 2 可知,不同地区畜禽肉中单增李斯特菌检出率有很大差异。可以看出吉林省畜禽肉单增

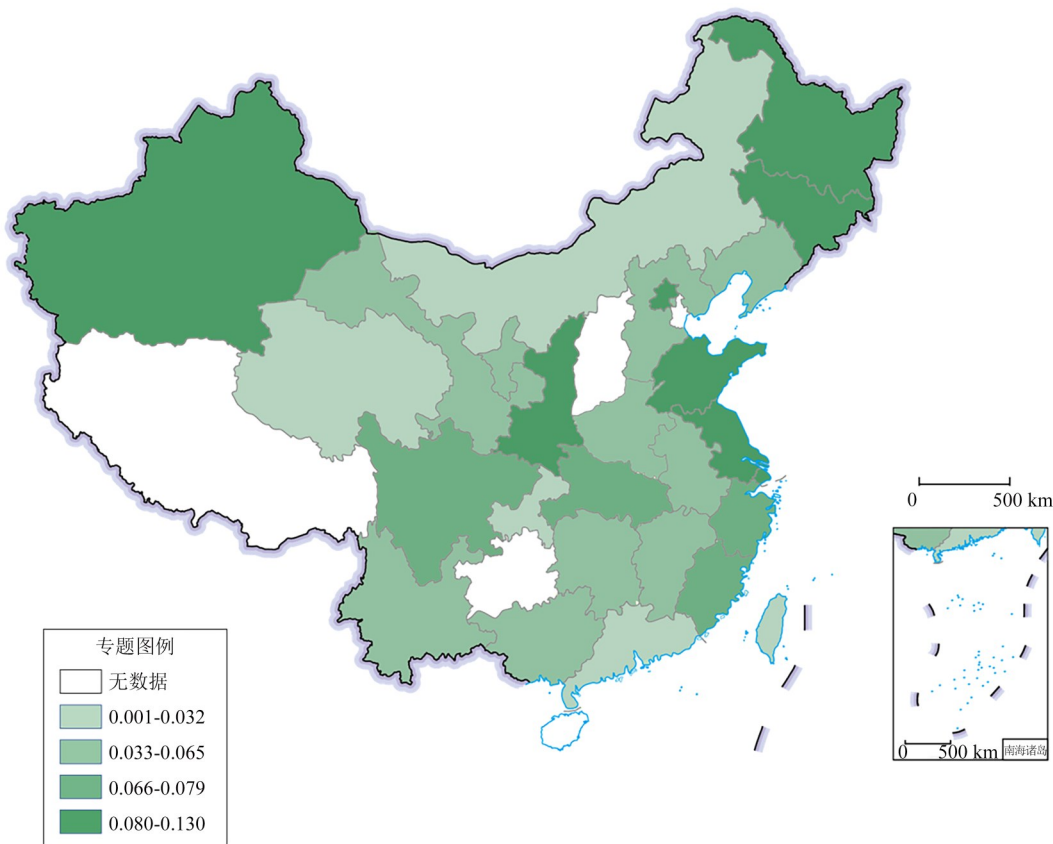
表2 不同省、自治区、直辖市中单增李斯特菌检出率的亚组分析

Table 2 Subgroup analysis of detection rate of *L. monocytogenes* in different provinces, autonomous regions and municipalities

省、自治区、直辖市	文献数	合并检出率/%	95%CI/%	I^2 /%	P
湖北	9	6.5	0.9~15.5	91.05	<0.01
浙江	35	6.8	5.1~8.8	89.65	<0.01
北京	27	8.9	5.5~13.1	96.28	<0.01
上海	11	9.1	5.7~13.1	94.26	<0.01
福建	9	7.1	2.6~13.2	91.97	<0.01
河南	16	5.9	4.0~8.0	76.04	<0.01
陕西	18	11.1	7.1~15.8	97.47	<0.01
黑龙江	3	12.5	10.2~15.0	N/A	N/A
河北	6	4.8	2.1~8.5	91.63	<0.01
江苏	34	8.0	6.0~10.4	93.58	<0.01
中国台湾	1	0.4	0.2~0.9	N/A	N/A
江西	2	3.2	2.3~4.4	N/A	N/A
重庆	2	1.1	0.6~1.7	N/A	N/A
吉林	11	13.0	9.0~17.4	98.05	$P<0.01$
新疆	4	11.7	4.7~21.2	93.65	$P<0.01$
四川	15	6.6	4.0~9.9	89.47	$P<0.01$
广东	28	3.1	1.8~4.6	92.64	$P<0.01$
云南	3	4.2	1.2~8.6	N/A	N/A
广西	9	3.9	2.0~6.2	78.42	$P<0.01$
安徽	3	3.3	2.0~4.9	N/A	N/A
甘肃	2	5.7	3.9~7.9	N/A	N/A
辽宁	5	3.5	2.6~4.5	6.18	$P>0.05$
湖南	3	5.5	0.2~15.6	N/A	N/A
内蒙古	3	2.5	0.6~5.4	N/A	N/A
青海	1	1.6	0~8.7	N/A	N/A
山东	5	9.4	3.1~18.4	96.05	$P<0.01$
宁夏	4	6.4	3.6~9.9	85.80	$P<0.01$

李斯特菌检出率最高,为13.0%(95%CI:9.0%~17.4%);中国台湾畜禽肉单增李斯特菌检出率最低,为0.4%(95%CI:0.2%~0.9%);但中国台湾只纳入1篇文献,数据不具备代表性。综合纳入的文献数量,认为广东省畜禽肉单增李斯特菌检出率最

低,为3.1%(95%CI:1.8%~4.6%)。图5可以直观看到各地单增李斯特菌检出情况。不同地区单增李斯特菌的亚组分析结果如表3所示,东北地区检出率最高,华南地区检出率最低。北方地区的检出率普遍高于南方地区。



注:该图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为GS(2019)1825号的标准地图制作,底图无修改

图5 畜禽源单增李斯特菌检出率地区分布图

Figure 5 Regional distribution map of detection rate of *L. monocytogenes* from livestock and poultry

表3 不同地区中单增李斯特菌检出率的亚组分析

Table 3 Subgroup analysis of detection rate of *L. monocytogenes* in different regions

地区	文献数	合并检出率/%	95%CI/%	I ² /%	P
华中地区	28	6.5	4.3~9.0	85.99	<0.01
华东地区	100	7.4	6.2~8.7	93.52	<0.01
华北地区	36	7.6	5.1~10.6	96.22	<0.01
西北地区	29	10.0	7.0~13.4	97.11	<0.01
东北地区	19	10.2	7.5~13.2	97.02	<0.01
西南地区	20	6.1	3.6~9.2	94.30	<0.01
华南地区	37	3.3	2.2~4.6	91.29	<0.01

以不同时间为亚组的亚组分析,如表4所示,我国畜禽肉单增李斯特菌合并检出率随时间呈现总体下降的趋势。从2001—2007年合并检出率为8.4%(95%CI:6.1%~11.0%),2008—2015年合并检出率为7.4%(95%CI:6.3%~8.5%),在2016—2022年又持续下降到6.2%(95%CI:4.9%~7.6%)。

将研究中所纳入的277篇文献中的阐述清晰数据进行分类,分为生肉和熟肉制品,生肉又进一

表4 不同时间中单增李斯特菌检出率的亚组分析

Table 4 Subgroup analysis of the detection rate of *L. monocytogenes* in different time periods

时间	文献数	合并检出率/%	95%CI/%	I ² /%	P
2001—2007	36	8.4	6.1~11.0	96.15	<0.01
2008—2015	170	7.4	6.3~8.5	94.33	<0.01
2016—2022	71	6.2	4.9~7.6	97.17	<0.01

步分类为生猪肉、生牛肉、生羊肉、生鸡肉和生鸭肉;将其分为两个亚组:生肉与熟肉制品一个亚组,生肉分类后为一个亚组;并对熟肉制品中明确表明熟肉来源的数据,按照超市、农贸市场、餐饮店分为一个亚组。对其进行亚组分析,见表5~7。由表5可知,生肉中鸡肉和猪肉的单增李斯特菌检出率较高,分别为11.0%(95%CI:8.3%~14.0%)和10.9%(95%CI:7.9%~14.2%)。生羊肉中单增李斯特菌检出率最低,为4.5%(95%CI:2.0%~7.6%)。由表6可知,熟肉中单增李斯特菌的检出率(2.9%,95%CI:2.4%~3.5%)远低于生肉中单增李斯特菌的总体检

表5 不同生肉种类单增李斯特菌检出率的亚组分析

生肉种类	文献数	合并检出率/%	95%CI/%	I ² /%	P
生猪肉	70	10.9	7.9~14.2	94.97	<0.01
生牛肉	60	10.2	7.6~13.0	82.29	<0.01
生羊肉	43	4.5	2.0~7.6	82.71	<0.01
生鸡肉	56	11.0	8.3~14.0	89.35	<0.01
生鸭肉	10	7.8	2.4~15.3	82.56	<0.01

表6 生熟肉之间单增李斯特菌检出率的亚组分析

生熟种类	文献数	合并检出率/%	95%CI/%	I ² /%	P
生肉	219	10.7	9.5~12.0	94.57	<0.01
熟肉	210	2.9	2.4~3.5	87.95	<0.01

出率(10.7%;95%CI:9.5%~12.0%)。由表7可得,超市中熟肉单增李斯特菌的检出率为2.2%(95%CI:1.4%~3.2%),农贸市场中熟肉单增李斯

表8 不同检测方法单增李斯特菌检出率的亚组分析

检测方法	文献数	合并检出率/%	95%CI/%	I ² /%	P
传统检测方法	249	7.1	6.2~8.0	95.87	<0.01
传统检测方法+分子生物学方法	28	8.1	6.0~10.5	95.77	<0.01

3 讨论

本研究对277篇文献所提供的数据进行了分析,对我国畜禽源单增李斯特菌流行性进行了系统回顾及荟萃分析,涉及了全国27个省(自治区、直辖市),共计样品总量为110066例。对文献进行正态分布检验与异质性检验,发现所纳入的研究文献存在异质性($I^2=95.88\%$, $t^2=0.059$, $P<0.01$),使用随机效应模型进行Meta分析,最终得出畜禽源单增李斯特菌的合并检出率为7.2%(95%CI:6.4%~8.0%)。本研究同时针对不同地区、不同时间以及不同种类的样品进行了亚组分析,能够客观准确地反映我国2001—2022年畜禽肉中单增李斯特菌的污染情况。

本文中总体检出率的结果略低于一篇关于2007—2017年中国肉制品中单增李斯特菌Meta分析的结果(8.5%;95%CI:7.1%~10.3%)^[11]。这可能是因为本文纳入文献的时间周期更长,相较于之前的文章,增加了2000—2006年与2018—2022年两个时间段。2000—2006年处于消费者对食品安全重视程度不够,检测水平不高的时期,2018—2022年消费者已经有了成熟的食品安全观念,并随着有关部门的监管加强,食品安全问题鲜有发生。这些都有可能是检出率降低的原因。在生、熟肉中的亚组分析中发现熟肉的单增李斯特菌的合并检出率为

表7 不同熟肉来源单增李斯特菌检出率的亚组分析

熟肉来源	文献数	合并检出率/%	95%CI/%	I ² /%	P
超市	10	2.2	1.4~3.2	75.16	<0.01
农贸市场	9	2.4	1.3~3.8	71.13	<0.01
餐饮店	7	1.8	1.1~2.7	13.17	>0.05

特菌的检出率为2.4%(95%CI:1.3%~3.8%),而餐饮店中熟肉单增李斯特菌的检出率为1.8%(95%CI:1.1%~2.7%)。

根据研究中对肉制品单增李斯特菌的检测方法进行亚组分析,分为传统检测方法和传统检测方法与分子生物学方法相结合,观察不同方法对检出率的影响,见表8。传统检测方法的检出率为7.1%(95%CI:6.2%~8.0%),略低于传统检测方法与分子生物学方法相结合的检出率(8.1%;95%CI:6.0%~10.5%)。

2.9%(95%CI:2.4%~3.5%),这一结果低于我国熟肉制品中金黄色葡萄球菌的合并检出率(4.90%;95%CI:3.72%~6.42%)^[17],并且与全球熟肉制品单增李斯特菌的合并检出率水平相当(2.9%;95%CI:2.3%~3.6%)^[18],说明我国的畜禽肉熟肉食品安全水平不低于世界平均水平。另外,猪肉中的单增李斯特菌的检出率(10.9%;95%CI:7.9%~14.2%)低于我国沙门菌在猪肉中的合并检出率(17%;95%CI:14%~20%)^[19]。一方面能从一定程度上反映出我国单增李斯特菌的实际污染率较低现状,另一方面也可能是由于相较于沙门菌、大肠杆菌、金黄色葡萄球菌等致病菌,单增李斯特菌的研究文献相对较少所致,因此对肉制品中单增李斯特菌的污染防控不能放松警惕。

从不同地区的检出率来看,北方地区的单增李斯特菌检出率普遍高于南方地区。单增李斯特菌又称“冰箱杀手”^[1],指其在冷藏温度下也可以生存。这可能是东北地区单增李斯特菌检出率较高的原因之一。吉林检出率最高(13.0%;95%CI:9.0%~17.4%),广东检出率最低(3.1%;95%CI:1.8%~4.6%)。在所纳入的文献中,有些文献在中国的多个省份进行采样,但并没有将其按省份区分开来,因此会有一部分研究无法进行地区的亚组分析。另外,检出率高的原因受环境因素的影响较大,如

北京市所纳入的文献中有一篇显示单增李斯特菌的检出率达到了29.2%^[20],主要原因可能是由于该研究的样品来自零售市场而不是商场超市,同时在样本采集时还采集了环境中的185个苍蝇和144个蟑螂。可见环境水平较差,故单增李斯特菌检出率过高,最终导致北京市单增李斯特菌的合并检出率升高。

从不同年份的检出率来看,随着时间的增长,畜禽肉中单增李斯特菌的检出率呈下降趋势。但是由于纳入的文献中有很多例采样周期很长,如张淑红等^[21]的采样时间为2005—2013年,在对时间进行分类时发现此类文献的采样周期横跨两到三个时间段,无法合理准确地放入分类好的时间段内。所以本次进行亚组分析是按照发表时间进行分析,但也可以大体反映各时间段的单增李斯特菌检出率。从中国食品安全风险治理来看,分为3个阶段,2001—2008年缓慢起步,研究内容较少,属于整个风险治理体系的初步探索;2009—2013年快速增长,期间发生了一系列重大的食品安全事件,并伴随着《食品安全法》的出台,对此的研究文献也出现爆发性增长,推动了食品安全风险治理体系的建立;2014—2020年稳定发展,这一时期文献的研究文献数量趋于平稳,呈波动性增长^[22]。由此看来,本研究所纳入的文献涵盖其中的3个阶段,文献数量上也与上述所提到的特点基本重合。

从生熟肉分类来看,熟肉中单增李斯特菌的检出率(2.9%,95%CI:2.4%~3.5%),远低于生肉中单增李斯特菌的检出率(10.7%,95%CI:9.5%~12.0%)。而熟肉包括一些即食肉制品中存在单增李斯特菌的原因可能是由于产品进行熟制后的运输、包装、储存过程中所带来交叉污染,导致微生物繁殖^[23-24]。在食品加工过程中导致的污染也被认为是单增李斯特菌污染即食肉制品的主要途径^[25-26]。这也引起了我国食品安全部门的重视,根据国标《食品安全国家标准 预包装食品中致病菌限量》(GB 29921—2021)^[5]中规定肉及肉制品中不得检出单增李斯特菌。而人们在购买熟肉和即食肉制品后通常会直接食用,不再进行热处理,大大增加了感染单增李斯特菌的风险。因此,虽然熟肉中的检出率不高,但单增李斯特菌在熟肉中的流行是一个重大的食品安全风险。有必要加强对熟肉制品的致病菌监管和流行病学分析。

不同种类的生肉中单增李斯特菌检出率也有差异,生鸡肉中单增李斯特菌的合并检出率最高,为11.0%(95%CI:8.3%~14.0%)。其次生猪肉中也有较高的合并检出率,为10.9%(95%CI:7.9%~

14.2%)。生羊肉中单增李斯特菌的合并检出率最低,为4.5%(95%CI:2.0%~7.6%)。目前在肉鸡养殖方面,相较于美国的高度规模化、集约化,我国还保留着个体散户的粗放式养殖管理与大企业规模化生产管理并存的现状^[27]。很多养殖户没有资金建设标准化鸡舍,利用闲置房屋改建鸡舍,导致结构不合理,冬季保温透光差,夏季不通风。不建立排污系统,鸡粪污水等进入饮水坑,被鸡饮用后极易导致感染致病菌^[28],并且在不规范的小型屠宰厂进行屠宰,也容易造成二次污染^[29]。在生猪养殖与屠宰行业,也存在类似情况。产业体系不完善,就近育肥、就近屠宰加工的模式依然存在,导致感染疫病风险大大增加^[30]。缺少科学的饲养环境,卫生状况得不到保证,部分养殖户中也存在私宰生猪的现象^[31-32]。这些原因都会导致单增李斯特菌检出率过高。

我国目前也在加快食品安全风险分级的进展,近年来许多学者都在食品安全风险领域取得了不少的成果,并且运用了新的风险分级方法如风险矩阵法^[33-34]、德尔菲法^[35]、决策树^[36]等。随着大数据的发展,一些神经网络等数据挖掘方法也被运用到其中^[37]。除了传统的检测方法,更多的检测手段被运用到单增李斯特菌中。例如环介导等温扩增技术、生物传感器、基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱技术。这些技术都有特异性强、检测时间短、灵敏度高以及高通量等特点^[38]。随着实验方法与分析方法的更新,使得原来无法被检测到的单增李斯特菌被新的检测手段检测出来,这些都使得单增李斯特菌的检测效率更高,检测结果越来越可信。可能由于PCR技术会存在无法区分活菌与死菌的情况或者由于引物设计不合理而导致的扩增序列与非目的性扩增序列具有同源性,导致样品出现交叉污染而出现假阳性结果^[39-41]。但无论是传统检测方法还是新型快速检测方法,都具有较高的准确度。多种检测方法结合使用是未来微生物检测的发展趋势。

此外,在纳入文献时,很多文献内容对熟肉制品没有进行明确的分类,因此,不能够根据所提供的信息将其分为更有意义(如熟制猪肉、熟制牛肉等)的亚组。无法进一步对其进行亚组分析,就无法确定不同加工种类的产品与产品之间单增李斯特菌的流行性是否会有影响。为后续更好的进行风险评估,建议在以后进行致病菌调研时,加强对熟肉制品的细化分类。

进入21世纪后,随着国家对食品安全的重视,我国食品安全问题的发生率正在逐年减少,但从本

次结果来看,畜禽源肉制品中单增李斯特菌仍然存在被检出的情况。因此需要从国家、地方政府和企业等层面继续加强对食品中致病菌微生物的防控,重点关注猪肉、牛肉和鸡肉这种高度普遍化的肉制品。同时,设定合理的不同食品中致病菌检测周期,也是了解食品安全情况最重要的环节。

参考文献

- [1] CIESIELSKI C A, SWAMINATHAN B, BROOME C V. *Listeria monocytogenes*—A foodborne pathogen[J]. Clinical Microbiology Newsletter, 1987, 9(19): 149-152.
- [2] DE NOORDHOUT C M, DEVLEESSCHAUWER B, ANGULO F J, et al. The global burden of listeriosis: A systematic review and meta-analysis[J]. The Lancet Infectious Diseases, 2014, 14(11): 1073-1082.
- [3] HILLIARD A, LEONG D, O'CALLAGHAN A, et al. Genomic characterization of *Listeria monocytogenes* isolates associated with clinical listeriosis and the food production environment in Ireland[J]. Genes, 2018, 9(3): E171.
- [4] CARTWRIGHT E J, JACKSON K A, JOHNSON S D, et al. Listeriosis outbreaks and associated food vehicles, United States, 1998-2008[J]. Emerging Infectious Diseases, 2013, 19(1): 1-9; quiz184.
- [5] 中华人民共和国国家卫生健康委员会, 国家市场监督管理总局. 食品安全国家标准 预包装食品中致病菌限量: GB 29921—2021[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.
National Health Commission of the People's Republic of China, State Administration for Market Regulation. National food safety standard-预包装食品中致病菌限量: GB 29921—2021[S]. Beijing: Standards Press of China, 2021.
- [6] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 熟肉制品: GB 2726—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health and Family Planning Commission, National Food and Drug Administration. National food safety standard-Cooked meat products: GB 2726—2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [7] WANG Y Q, JI Q, LI S W, et al. Prevalence and genetic diversity of *Listeria monocytogenes* isolated from retail pork in Wuhan, China[J]. Frontiers in Microbiology, 2021, 12: 620482.
- [8] 涂春田, 陈兆国, 汪洋, 等. 上海市鸡源单增李斯特菌株分子流行病学调查[J]. 中国动物传染病学报, 2021, 29(3): 22-28.
TU C T, CHEN Z G, WANG Y, et al. Prevalence, serotype diversity, antimicrobial resistance and biofilm formation capacity of *Listeria monocytogenes* isolated from chickens in Shanghai[J]. Chinese Journal of Animal Infectious Diseases, 2021, 29(3): 22-28.
- [9] YANG S R, PEI X Y, WANG G, et al. Prevalence of foodborne pathogens in ready-to-eat meat products in seven different Chinese regions[J]. Food Control, 2016, 65: 92-98.
- [10] ZHU L X, FENG X H, ZHANG L H, et al. Prevalence and serotypes of *Listeria monocytogenes* contamination in Chinese beef processing plants[J]. Foodborne Pathogens and Disease, 2012, 9(6): 556-560.
- [11] LIU Y T, SUN W X, SUN T M, et al. The prevalence of *Listeria monocytogenes* in meat products in China: A systematic literature review and novel meta-analysis approach [J]. International Journal of Food Microbiology, 2020, 312: 108358.
- [12] XAVIER C, GONZALES-BARRON U, PAULA V, et al. Meta-analysis of the incidence of foodborne pathogens in Portuguese meats and their products [J]. Food Research International, 2014, 55: 311-323.
- [13] CUMPSTON M, LI T J, PAGE M J, et al. Updated guidance for trusted systematic reviews: A new edition of the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions [J]. The Cochrane Database of Systematic Reviews, 2019, 10: ED000142.
- [14] MOSTELLER F, YOUTZ C. Tables of the Freeman-Tukey transformations for the binomial and poisson distributions [J]. Biometrika, 1961, 48(3-4): 433-440.
- [15] LIMA W G, SILVA ALVES G C, SANCHES C, et al. Carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* in patients with burn injury: A systematic review and meta-analysis[J]. Burns, 2019, 45(7): 1495-1508.
- [16] 解洪涛, 陈昶旭, 张建顺. 研发补贴引致作用研究的Meta分析: 异质性、发表偏倚与真实效应[J]. 管理评论, 2022, 34(3): 114-126.
XIE H T, CHEN C X, ZHANG J S. A meta regression analysis on the effect of public subsidy on enterprises' R & D: Heterogeneity, publication bias and genuine empirical effect [J]. Management Review, 2022, 34(3): 114-126.
- [17] 方太松, 王军, 王晔茹, 等. 我国熟肉制品中金黄色葡萄球菌污染状况Meta分析[J]. 生物加工过程, 2020, 18(3): 386-391.
FANG T S, WANG J, WANG Y R, et al. Cooked meat products contamination with *Staphylococcus aureus* in China: A meta-analysis[J]. Chinese Journal of Bioprocess Engineering, 2020, 18(3): 386-391.
- [18] MPUNDU P, MBEWE A R, MUMA J B, et al. A global perspective of antibiotic-resistant *Listeria monocytogenes* prevalence in assorted ready to eat foods: A systematic review[J]. Veterinary World, 2021, 14(8): 2219-2229.
- [19] SHEN W W, CHEN H, GENG J W, et al. Prevalence, serovar distribution, and antibiotic resistance of *Salmonella* spp. isolated from pork in China: A systematic review and meta-analysis[J]. International Journal of Food Microbiology, 2022, 361: 109473.
- [20] LI H, WANG P F, LAN R T, et al. Risk factors and level of *Listeria monocytogenes* contamination of raw pork in retail markets in China[J]. Frontiers in Microbiology, 2018, 9: 1090.
- [21] 张淑红, 侯凤伶, 关文英, 等. 2005—2013年河北省即食食品中单增李斯特菌污染及耐药特征研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2014, 26(6): 596-599.
ZHANG S H, HOU F L, GUAN W Y, et al. Characteristic analyses of prevalence and antimicrobial resistances of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods in Hebei Province from 2005 to 2013[J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2014, 26(6): 596-599.
- [22] 侯博, 刘强, 王志威. 我国食品安全风险治理研究的时空分

- 布与热点研判[J]. 食品科学, 2022, 43(13): 237-245.
- HOU B, LIU Q, WANG Z W. A review of studies on food safety risk governance in China: Analysis of temporal and spatial distribution and hot topics[J]. Food Science, 2022, 43(13): 237-245.
- [23] HOLST M M, BROWN L G, VIVEIROS B, et al. Observed potential cross-contamination in retail delicatessens[J]. Journal of Food Protection, 2021, 84(6): 1055-1059.
- [24] POSSAS A, CARRASCO E, GARCÍA-GIMENO R M, et al. Models of microbial cross-contamination dynamics[J]. Current Opinion in Food Science, 2017, 14: 43-49.
- [25] EFSA PANEL ON BIOLOGICAL HAZARDS (BIOHAZ), RICCI A, ALLENDE A, et al. *Listeria monocytogenes* contamination of ready-to-eat foods and the risk for human health in the EU[J]. EFSA Journal, 2018, 16(1): e05134.
- [26] FERREIRA V, WIEDMANN M, TEIXEIRA P, et al. *Listeria monocytogenes* persistence in food-associated environments: Epidemiology, strain characteristics, and implications for public health[J]. Journal of Food Protection, 2014, 77(1): 150-170.
- [27] 温正乐. 浅谈现代规模化肉鸡养殖面临的机遇、挑战及对策[J]. 畜禽业, 2021, 32(9): 94, 96.
- WEN Z L. Discuss the opportunities, challenges and countermeasures faced by modern large-scale broiler breeding[J]. Livestock and Poultry Industry, 2021, 32(9): 94, 96.
- [28] 朱文胜, 周甄华. 土鸡养殖存在的问题与对策[J]. 畜牧兽医科技信息, 2021(4): 188-189.
- ZHU W S, ZHOU Z H. Problems and countermeasures in native chicken breeding[J]. Chinese Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2021(4): 188-189.
- [29] 陈冠. 家禽屠宰现状与问题分析[J]. 兽医导刊, 2021(11): 86-87.
- CHEN G. Analysis of the current situation and problems of poultry slaughtering[J]. Veterinary Orientation, 2021(11): 86-87.
- [30] 库大亮, 杨开山, 丁善杰. 甘肃省生猪养殖现状与发展趋势[J]. 甘肃畜牧兽医, 2021, 51(11): 66-68.
- SHE D L, YANG K S, DING S J. Current situation and development trend of pig breeding in Gansu province[J]. Gansu Animal Husbandry and Veterinary, 2021, 51(11): 66-68.
- [31] 陈金来, 胡兴邦. 生猪规模化养殖管理中存在的问题及其措施[J]. 畜牧业环境, 2020(6): 48.
- CHEN J L, HU X B. Problems and measures in the management of large-scale pig breeding[J]. Animal Industry and Environment, 2020(6): 48.
- [32] 李振. 博白县生猪屠宰检疫的现状与建议[J]. 畜禽业, 2021, 32(9): 74-75.
- LI Z. Current situation and suggestions of pig slaughtering and quarantine in Bobai County[J]. Livestock and Poultry Industry, 2021, 32(9): 74-75.
- [33] ZHOU P P, LIU Z P, ZHANG L, et al. Methodology and application for health risk classification of chemicals in foods based on risk matrix[J]. Biomedical and Environmental Sciences: BES, 2014, 27(11): 912-916.
- [34] 李然, 朱岩, 王勇, 等. 风险矩阵分级模型在哈尔滨市食品安全风险评估中的建立与应用[J]. 现代生物医学进展, 2018, 18(16): 3187-3191.
- LI R, ZHU Y, WANG Y, et al. Establishment and application of risk matrix classification model in Harbin food safety risk assessment[J]. Progress in Modern Biomedicine, 2018, 18(16): 3187-3191.
- [35] 吕婧怡, 李洲, 任文龙, 等. 江苏省餐饮食品安全静态风险监控评价方法应用研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(15): 5179-5183.
- LV J Y, LI Z, REN W L, et al. Application study on evaluation method of static risk supervision of catering food safety in Jiangsu province[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2020, 11(15): 5179-5183.
- [36] 生吉萍, 李苗苗, 肖革新. 基于决策树排序的挂面中潜在有害物质风险分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(11): 3683-3688.
- SHENG J P, LI M M, XIAO G X. Risk analysis of potentially hazardous substances in vermicelli based on decision tree sorting[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2020, 11(11): 3683-3688.
- [37] 王芳, 孙晓红, 陶光灿. 中国食品安全风险分级研究进展[J]. 食品科学, 2021, 42(21): 271-277.
- WANG F, SUN X H, TAO G C. Progress in risk ranking for food safety in China[J]. Food Science, 2021, 42(21): 271-277.
- [38] 刘慧, 曾祥权, 谢文东, 等. 食源性单增李斯特菌检测技术研究进展[J]. 现代食品科技, 2021, 37(6): 333-344.
- LIU H, ZENG X Q, XIE W D, et al. Advances on detection techniques for foodborne *Listeria monocytogenes* [J]. Modern Food Science and Technology, 2021, 37(6): 333-344.
- [39] DE OLIVEIRA ELIAS S, NORONHA T B, TONDO E C. *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* O157: H7 prevalence and levels on lettuce: A systematic review and meta-analysis[J]. Food Microbiology, 2019, 84: 103217.
- [40] 李凡, 许恒毅. 不对称PCR技术及其在食源性致病菌检测中应用的研究进展[J]. 食品工业科技, 2017, 38(4): 379-383.
- LI F, XU H Y. Asymmetric polymerase chain reaction technology and its application in detection of foodborne pathogens[J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(4): 379-383.
- [41] EDWARDS M C, GIBBS R A. Multiplex PCR: Advantages, development, and applications[J]. PCR Methods and Applications, 1994, 3(4): S65-S75.