

# 食源性沙门氏菌和致泻大肠埃希 氏菌耐药现状报告

编制单位：国家食品安全风险评估中心

## 目 录

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| (一) 沙门氏菌.....                        | 6  |
| 1. 菌株血清型分布.....                      | 6  |
| 2. 病人来源沙门氏菌的耐药情况.....                | 6  |
| 1.1 病人来源沙门氏菌总体情况.....                | 6  |
| 1.2 病人来源鼠伤寒沙门氏菌耐药情况.....             | 7  |
| 1.3 病人来源肠炎沙门氏菌耐药情况.....              | 8  |
| 1.4 病人来源鼠伤寒变种沙门氏菌耐药情况.....           | 8  |
| 1.5 病人来源伦敦沙门氏菌耐药情况.....              | 9  |
| 1.6 病人来源斯坦利沙门氏菌耐药情况.....             | 10 |
| 1.7 病人来源汤卜逊沙门氏菌耐药情况.....             | 10 |
| 1.8 病人来源里森沙门氏菌耐药情况.....              | 11 |
| 1.9 病人来源德尔卑沙门氏菌耐药情况.....             | 12 |
| 3. 食品来源沙门氏菌的耐药情况.....                | 12 |
| 1.1 食品来源沙门氏菌总体情况.....                | 12 |
| 1.2 食品来源肠炎沙门氏菌耐药情况.....              | 14 |
| 1.3 食品来源肯塔基沙门氏菌耐药情况.....             | 14 |
| 1.4 食品来源鼠伤寒沙门氏菌耐药情况.....             | 15 |
| 1.5 食品来源里森沙门氏菌耐药情况.....              | 15 |
| 1.6 食品来源德尔卑沙门氏菌耐药情况.....             | 16 |
| 1.7 食品来源科瓦利斯沙门氏菌耐药情况.....            | 17 |
| 1.8 食品来源伦敦沙门氏菌耐药情况.....              | 17 |
| 1.9 食品来源印第安纳沙门氏菌耐药情况.....            | 18 |
| 1.10 食品来源阿贡纳沙门氏菌耐药情况.....            | 18 |
| 4. 病人与食品来源的沙门氏菌耐药情况比较.....           | 19 |
| 1.1 病人与食品来源的沙门氏菌总体耐药情况比较.....        | 19 |
| 1.2 鼠伤寒沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较.....        | 21 |
| 1.3 德尔卑沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较.....        | 21 |
| 1.4 伦敦沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较.....         | 22 |
| 1.5 里森沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较.....         | 23 |
| 1.6 肠炎沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较.....         | 24 |
| 5. 不同血清型的耐药特点.....                   | 25 |
| 6. 沙门氏菌全基因测序耐药分析.....                | 26 |
| 7. 结果分析.....                         | 27 |
| (二) 致泻大肠埃希氏菌。.....                   | 28 |
| 1. 菌株血清型分布.....                      | 28 |
| 2. 病人来源致泻大肠埃希氏菌的耐药情况.....            | 28 |
| 1.1 病人来源致泻大肠埃希氏菌总体情况.....            | 28 |
| 1.2 病人来源肠道集聚性大肠埃希氏菌 (EAEC) 耐药情况..... | 29 |
| 1.3 病人来源产肠毒素大肠埃希氏菌 (ETEC) 耐药情况.....  | 30 |
| 1.4 病人来源肠道致病性大肠埃希氏菌 (EPEC) 耐药情况..... | 30 |
| 1.5 病人来源肠道侵袭性大肠埃希氏菌 (EIEC) 耐药情况..... | 31 |
| 1.6 病人来源肠道出血性大肠埃希氏菌 (EHEC) 耐药情况..... | 32 |

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| 3. 食品来源致泻大肠埃希氏菌的耐药情况.....               | 32 |
| 1.1 食品来源致泻大肠埃希氏菌总体情况.....               | 32 |
| 1.2 食品来源肠道集聚性大肠埃希氏菌（EAEC）耐药情况.....      | 34 |
| 4. 病人与食品来源的致泻大肠埃希氏菌耐药情况比较.....          | 34 |
| 1.1 病人与食品来源的致泻大肠埃希氏菌总体耐药情况比较.....       | 34 |
| 1.2 病人与食品来源肠道集聚性大肠埃希氏菌（EAEC）耐药情况比较..... | 36 |
| 5. 结果分析.....                            | 37 |

## 插图清单

|      |                                      |    |
|------|--------------------------------------|----|
| 图 1  | 病人来源沙门氏菌的总体耐药情况.....                 | 6  |
| 图 2  | 病人来源沙门氏菌的多重耐药情况.....                 | 7  |
| 图 3  | 病人来源的鼠伤寒沙门氏菌耐药情况.....                | 8  |
| 图 4  | 病人来源的肠炎沙门氏菌耐药情况.....                 | 8  |
| 图 5  | 病人来源的鼠伤寒变种沙门氏菌耐药情况.....              | 9  |
| 图 6  | 病人来源的伦敦沙门氏菌耐药情况.....                 | 9  |
| 图 7  | 病人来源的斯坦利沙门氏菌耐药情况.....                | 10 |
| 图 8  | 病人来源的汤卜逊沙门氏菌耐药情况.....                | 11 |
| 图 9  | 病人来源的里森沙门氏菌耐药情况.....                 | 11 |
| 图 10 | 病人来源的德尔卑沙门氏菌耐药情况.....                | 12 |
| 图 11 | 食品来源沙门氏菌的总体耐药情况.....                 | 13 |
| 图 12 | 食品来源沙门氏菌的多重耐药情况.....                 | 13 |
| 图 13 | 食品来源的肠炎沙门氏菌耐药情况.....                 | 14 |
| 图 14 | 食品来源的肯塔基沙门氏菌耐药情况.....                | 15 |
| 图 15 | 食品来源的鼠伤寒沙门氏菌耐药情况.....                | 15 |
| 图 16 | 食品来源的里森沙门氏菌耐药情况.....                 | 16 |
| 图 17 | 食品来源的德尔卑沙门氏菌耐药情况.....                | 16 |
| 图 18 | 食品来源的科瓦利斯沙门氏菌耐药情况.....               | 17 |
| 图 19 | 食品来源的伦敦沙门氏菌耐药情况.....                 | 18 |
| 图 20 | 食品来源的印第安纳沙门氏菌耐药情况.....               | 18 |
| 图 21 | 食品来源的阿贡纳沙门氏菌耐药情况.....                | 19 |
| 图 22 | 病人与食品来源的沙门氏菌总体耐药情况比较.....            | 20 |
| 图 23 | 鼠伤寒沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较.....            | 21 |
| 图 24 | 德尔卑沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较.....            | 22 |
| 图 25 | 伦敦沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较.....             | 23 |
| 图 26 | 里森沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较.....             | 24 |
| 图 27 | 肠炎沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较.....             | 25 |
| 图 28 | 不同沙门氏菌血清型的耐药特点.....                  | 26 |
| 图 29 | 病人来源致泻大肠埃希氏菌的总体耐药情况.....             | 28 |
| 图 30 | 病人来源致泻大肠埃希氏菌的多重耐药情况.....             | 29 |
| 图 31 | 病人来源肠道集聚性大肠埃希氏菌（EAEC）耐药情况.....       | 30 |
| 图 32 | 病人来源产肠毒素大肠埃希氏菌（ETEC）耐药情况.....        | 30 |
| 图 33 | 病人来源肠道致病性大肠埃希氏菌（EPEC）耐药情况.....       | 31 |
| 图 34 | 病人来源肠道侵袭性大肠埃希氏菌（EIEC）耐药情况.....       | 32 |
| 图 35 | 病人来源肠道出血性大肠埃希氏菌（EHEC）耐药情况.....       | 32 |
| 图 36 | 食品来源致泻大肠埃希氏菌总体耐药情况.....              | 33 |
| 图 37 | 食品来源致泻大肠埃希氏菌多重耐药情况.....              | 33 |
| 图 38 | 食品来源肠道集聚性大肠埃希氏菌（EAEC）耐药情况.....       | 34 |
| 图 39 | 病人与食品来源的致泻大肠埃希氏菌总体耐药情况比较.....        | 35 |
| 图 40 | 病人与食品来源的肠道集聚性大肠埃希氏菌（EAEC）耐药情况比较..... | 36 |

## 附表清单

|     |                                 |    |
|-----|---------------------------------|----|
| 表 1 | 病人来源沙门氏菌耐受抗生素类别数量.....          | 7  |
| 表 2 | 食品来源沙门氏菌耐受抗生素类别数量.....          | 13 |
| 表 3 | 病人与食品来源的沙门氏菌耐药率比较.....          | 20 |
| 表 4 | 病人和食品来源沙门氏菌耐受抗生素类别数量比较.....     | 20 |
| 表 5 | 病人来源致泻大肠埃希氏菌耐受抗生素类别数量.....      | 29 |
| 表 6 | 食品来源致泻大肠埃希氏菌耐受抗生素类别数量.....      | 33 |
| 表 7 | 病人与食品来源的致泻大肠埃希氏菌耐药率比较.....      | 35 |
| 表 8 | 病人和食品来源致泻大肠埃希氏菌耐受抗生素类别数量比较..... | 35 |

参考临床与实验室标准化协会（Clinical and Laboratory Standards Institute, CLSI）和欧洲药敏试验委员会（European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing, EUCAST）选择抗生素和结果判读，对食品和病例中沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌分离株的进行耐药监测，以了解我国沙门氏菌和致泻大肠埃希氏菌耐药趋势和耐药谱特点，为开展耐药性风险评估提供基础数据。

## （一）沙门氏菌

### 1. 菌株血清型分布

共对 6,461 株鉴定到具体血清型。鼠伤寒沙门氏菌最多为 2,433 株，占 37.66%，其余菌株数量较多的血清型依次为肠炎沙门氏菌 1,590 株，鼠伤寒变种沙门氏菌 278 株，伦敦沙门氏菌 248 株，肯塔基 170 株，里森沙门氏菌 153 株，斯坦利沙门氏菌 110 株，德尔卑沙门氏菌 105 株。

### 2. 病人来源沙门氏菌的耐药情况

#### 1.1 病人来源沙门氏菌总体情况

监测的 15 种抗生素中，病人来源的沙门氏菌对氨苄西林的耐药率最高为 75.99%，其余依次为四环素 64.10%，萘啶酸 42.19%，氨苄西林/舒巴坦 41.84%，氯霉素 36.95%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 36.35%，头孢唑啉 35.94%，多粘菌素 E20.48%，头孢噻肟 14.55%，环丙沙星 14.38%，庆大霉素 11.83%，头孢他啶 8.81%，阿奇霉素 8.40%，头孢西丁 4.13%，亚胺培南 0.89%。对一代头孢（头孢唑啉）的耐药率高于三代头孢（头孢噻肟和头孢他啶）。病人来源的沙门氏菌耐药情况见图 1。

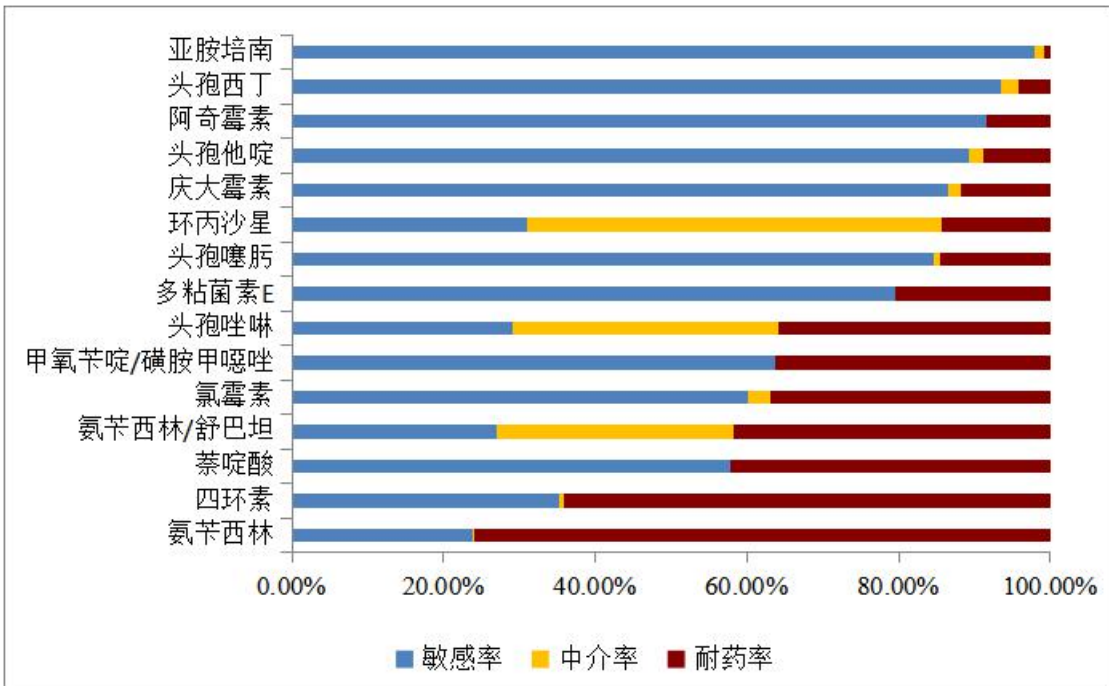


图 1 病人来源沙门氏菌的总体耐药情况

耐受至少 1 种抗生素的菌株共 5,178 株，占 89.65%。其中，耐受 3 类及以上抗生素的多重耐药株为 3,992 株，多重耐药率为 69.11%，病人的沙门氏菌多重耐药情况见图 2。

病人来源沙门氏菌耐受抗生素类别数量见表 1。耐受 5 类及以上抗生素的菌株为 2,173 株，占多重耐药菌株的 54.43%。

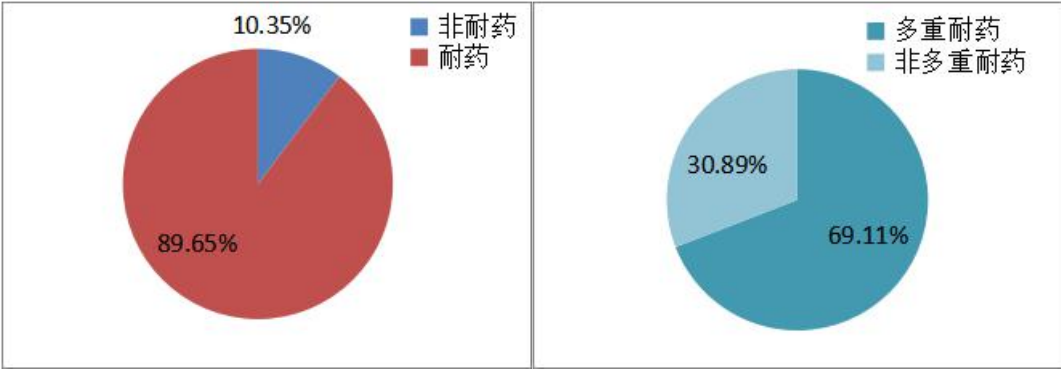


图 2 病人来源沙门氏菌的多重耐药情况

表 1 病人来源沙门氏菌耐受抗生素类别数量

| 耐药谱型       | 菌株数量 | 构成比(%) |
|------------|------|--------|
| 无耐药        | 598  | 10.35  |
| 耐药 1 类抗生素  | 496  | 8.59   |
| 耐药 2 类抗生素  | 690  | 11.95  |
| 耐药 3 类抗生素  | 829  | 14.35  |
| 耐药 4 类抗生素  | 990  | 17.14  |
| 耐药 5 类抗生素  | 884  | 15.30  |
| 耐药 6 类抗生素  | 600  | 10.39  |
| 耐药 7 类抗生素  | 338  | 5.85   |
| 耐药 8 类抗生素  | 229  | 3.96   |
| 耐药 9 类抗生素  | 107  | 1.85   |
| 耐药 10 类抗生素 | 9    | 0.16   |
| 耐药 11 类抗生素 | 6    | 0.10   |
| 合计         | 5776 | 100.00 |

1.2 病人来源鼠伤寒沙门氏菌耐药情况

2,325 株病人来源的鼠伤寒沙门氏菌，对四环素的耐药率最高为 82.19%，其余依次为氨苄西林 78.57%，氯霉素 47.96%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 43.35%，氨苄西林/舒巴坦 35.61%，头孢唑啉 34.58%，萘啶酸 26.56%，头孢噻肟 16.05%，环丙沙星 13.68%，庆大霉素 10.46%，头孢他啶 7.96%，多粘菌素 E6.69%，阿奇霉素 6.63%，头孢西丁 2.80%，亚胺培南 0.61%。病人来源鼠伤寒沙门氏菌耐药情况见图 3。

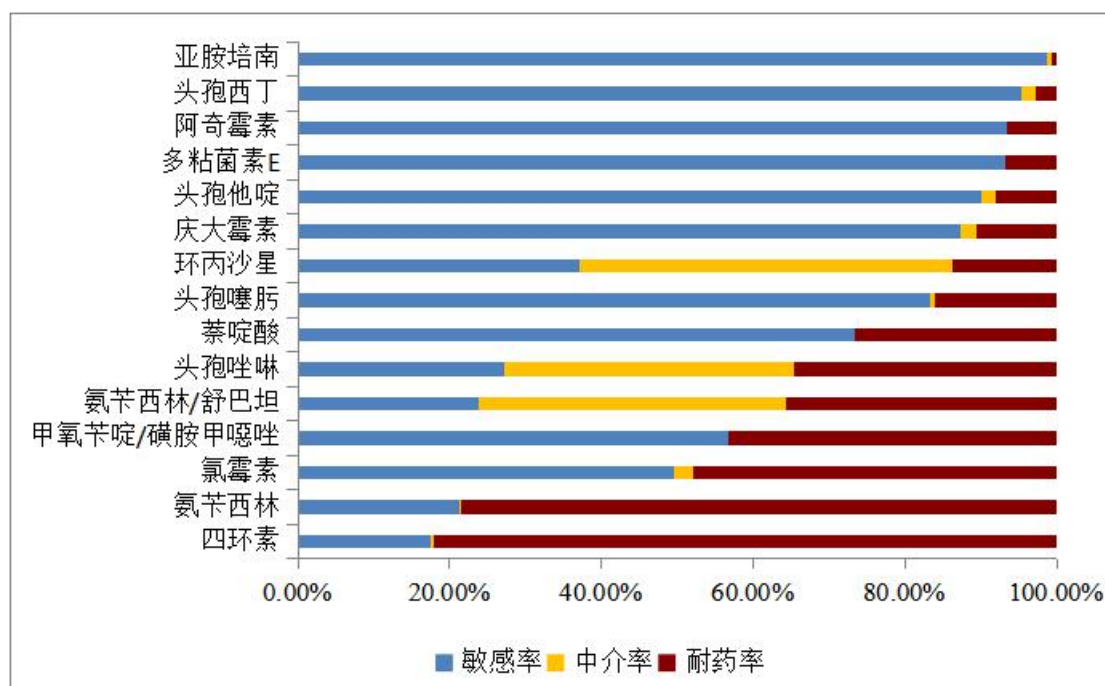


图 3 病人来源的鼠伤寒沙门氏菌耐药情况

### 1.3 病人来源肠炎沙门氏菌耐药情况

1,358 株病人来源的肠炎沙门氏菌，对萘啶酸的耐药率最高为 93.40%，其余依次为氨苄西林 88.66%，多粘菌素 E 66.20%，氨苄西林/舒巴坦 58.97%，头孢唑啉 42.93%，四环素 33.31%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 12.61%，氯霉素 7.88%，头孢噻肟 7.17%，环丙沙星 5.09%，头孢他啶 4.07%，庆大霉素 4.00%，头孢西丁 2.44%，阿奇霉素 2.15%，亚胺培南 1.28%。病人来源肠炎沙门氏菌耐药情况见图 4。

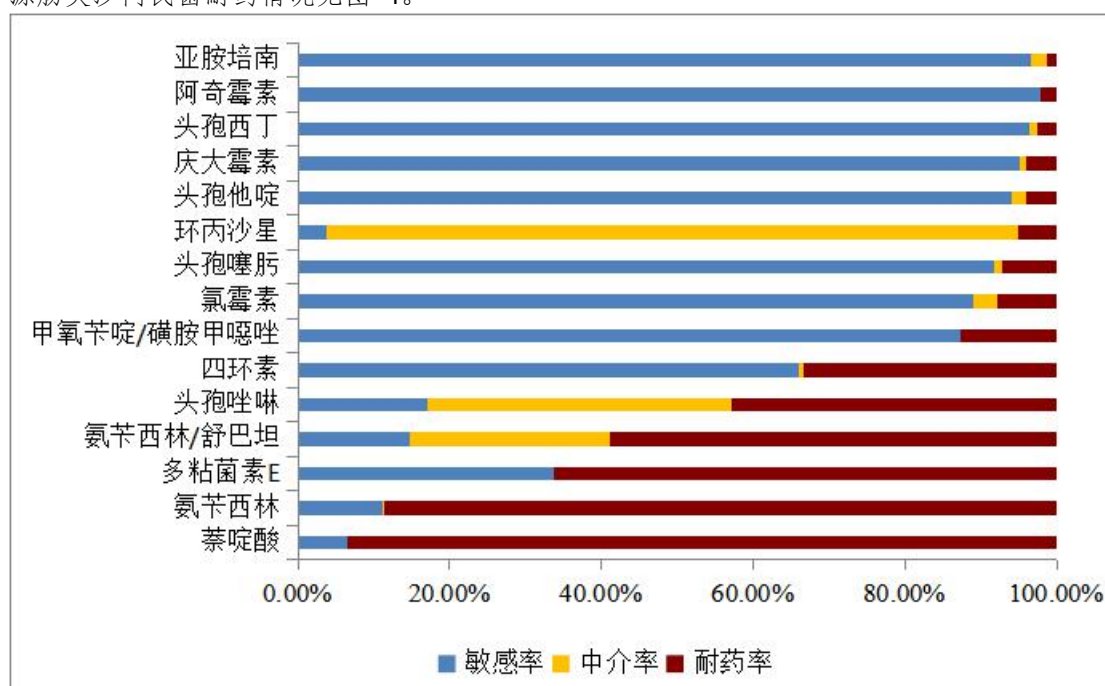


图 4 病人来源的肠炎沙门氏菌耐药情况

### 1.4 病人来源鼠伤寒变种沙门氏菌耐药情况

275 株病人来源的鼠伤寒变种沙门氏菌，对四环素的耐药率最高为 96.00%，其余依次

为氨苄西林 89.09%, 氨苄西林/舒巴坦 46.55%, 氯霉素 44.73%, 甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 37.09%, 头孢唑啉 34.91%, 萘啶酸 20.00%, 庆大霉素 17.82%, 头孢噻肟 16.36%, 环丙沙星 14.91%, 阿奇霉素 11.27%, 头孢他啶 7.27%, 多粘菌素 E2.58%, 头孢西丁 1.45%, 无亚胺培南耐药。病人来源鼠伤寒变种沙门氏菌耐药情况见图 5。

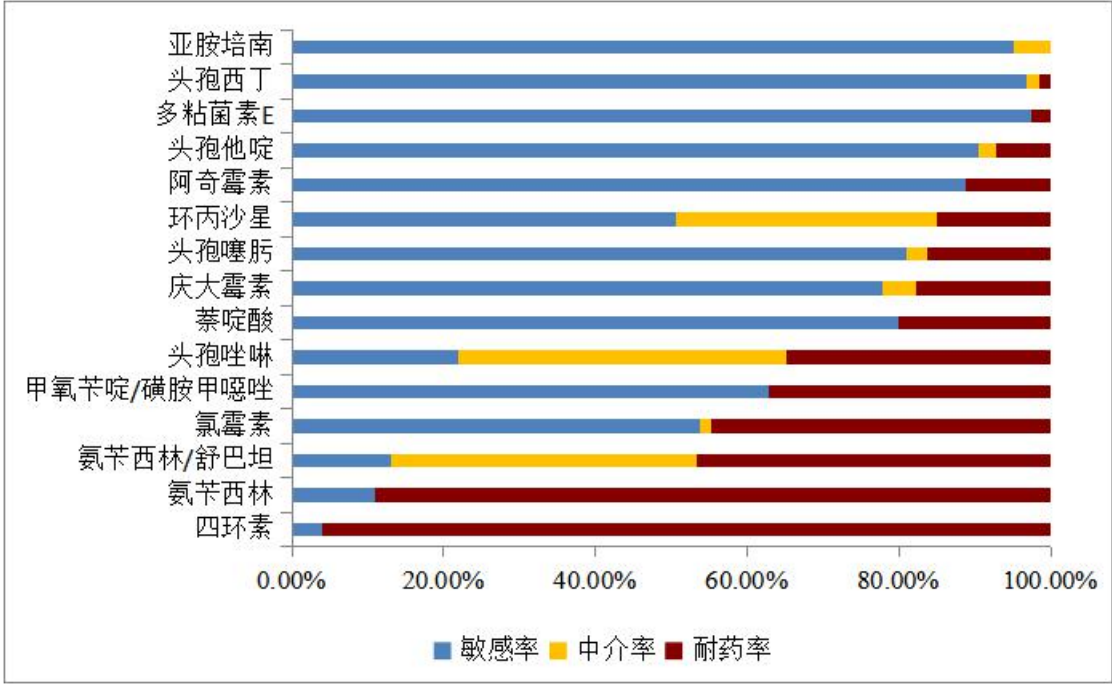


图 5 病人来源的鼠伤寒变种沙门氏菌耐药情况

1.5 病人来源伦敦沙门氏菌耐药情况

210 株病人来源的伦敦沙门氏菌，对四环素的耐药率最高为 80.95%，其余依次为氨苄西林 79.52%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 75.40%，氯霉素 74.29%，庆大霉素 59.05%，氨苄西林/舒巴坦 52.94%，环丙沙星 43.81%，头孢唑啉 37.62%，阿奇霉素 24.76%，萘啶酸 10.48%，头孢噻肟 8.10%，头孢他啶 4.76%，多粘菌素 E3.41%，头孢西丁 1.90%，亚胺培南 0.95%。病人来源伦敦沙门氏菌耐药情况见图 6。

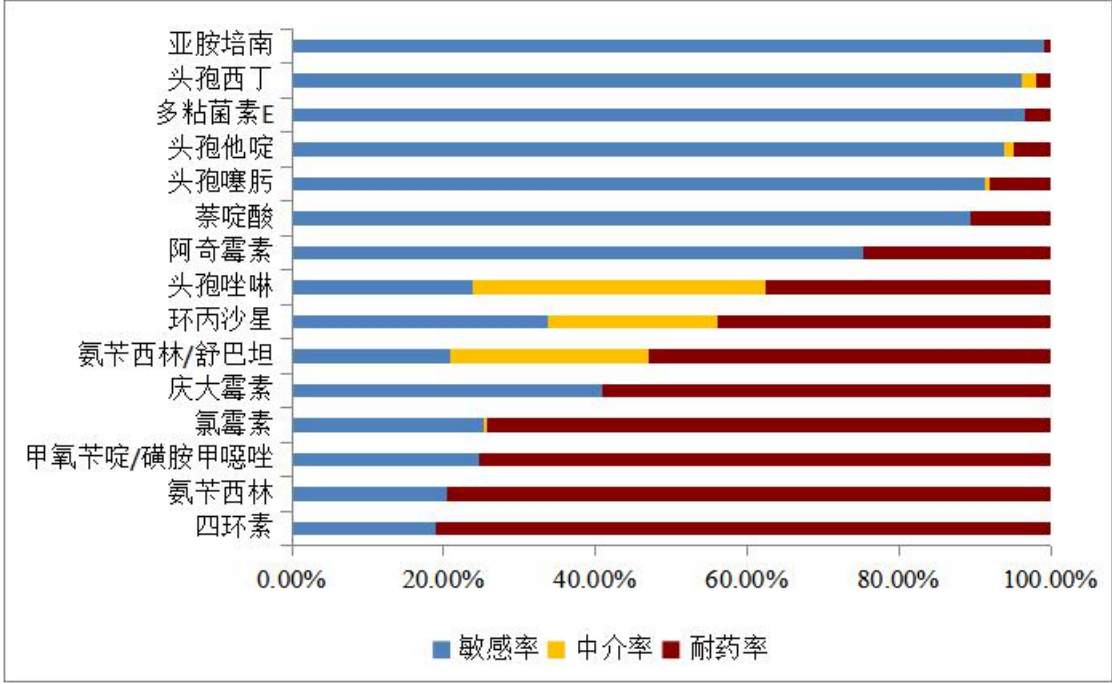


图 6 病人来源的伦敦沙门氏菌耐药情况

1.6 病人来源斯坦利沙门氏菌耐药情况

105 株病人来源的斯坦利沙门氏菌，对氨苄西林的耐药率最高为 42.86%，其余依次为四环素 41.90%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 33.33%，头孢唑啉 33.33%，氯霉素 31.43%，氨苄西林/舒巴坦 30.39%，头孢噻肟 24.76%，环丙沙星 19.05%，头孢他啶 19.05%，阿奇霉素 16.19%，头孢西丁 14.29%，庆大霉素 13.33%，萘啶酸 11.54%，多粘菌素 E4.08%，亚胺培南 0.95%。病人来源斯坦利沙门氏菌耐药情况见图 7。

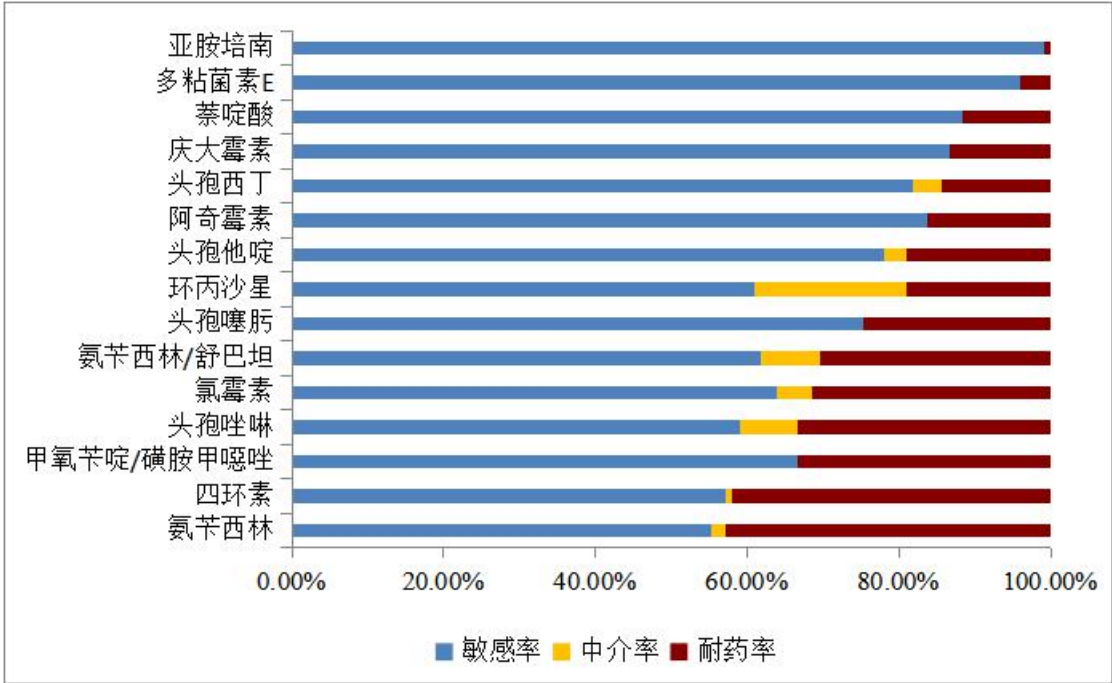


图 7 病人来源的斯坦利沙门氏菌耐药情况

1.7 病人来源汤卜逊沙门氏菌耐药情况

69 株病人来源的汤卜逊沙门氏菌，对氨苄西林的耐药率最高为 68.12%，其余依次为四环素 59.42%，头孢噻肟 59.42%，头孢唑啉 59.42%，氨苄西林/舒巴坦 58.21%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 58.21%，氯霉素 56.52%，头孢他啶 50.72%，头孢西丁 50.72%，环丙沙星 46.38%，阿奇霉素 43.48%，萘啶酸 20.29%，庆大霉素 7.25%，无亚胺培南和多粘菌素 E 耐药。病人来源汤卜逊沙门氏菌耐药情况见图 8。

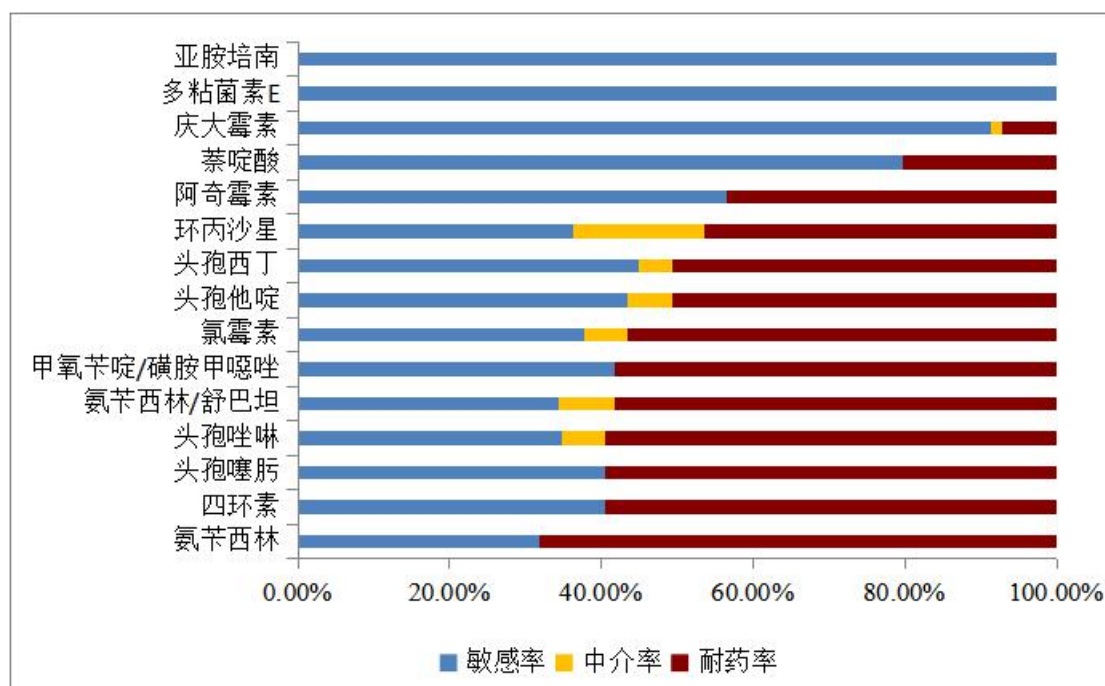


图 8 病人来源的汤卜逊沙门氏菌耐药情况

### 1.8 病人来源里森沙门氏菌耐药情况

119 株病人来源的里森沙门氏菌，对四环素的耐药率最高为 87.39%，其余依次为氨苄西林 79.83%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 67.96%，氯霉素 38.66%，氨苄西林/舒巴坦 31.07%，头孢唑啉 22.69%，头孢噻肟 8.40%，阿奇霉素 6.72%，萘啶酸 5.88%，头孢他啶 5.04%，头孢西丁 5.04%，庆大霉素 4.20%，环丙沙星 3.36%，多粘菌素 E2.59%，亚胺培南 1.71%。病人来源里森沙门氏菌耐药情况见图 9。

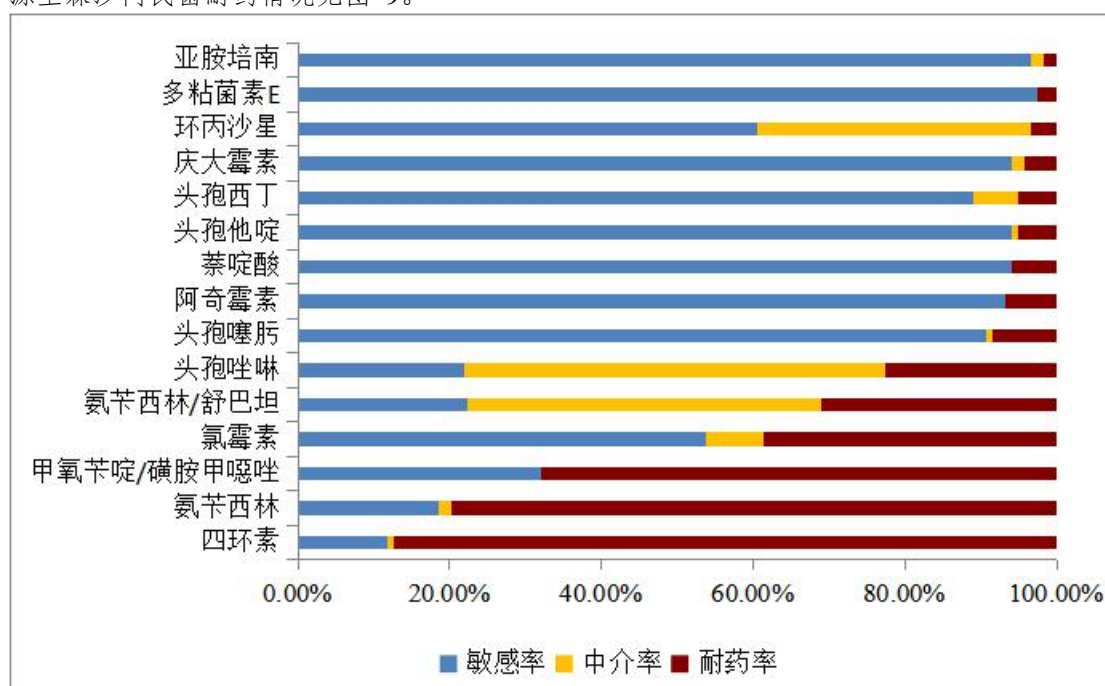


图 9 病人来源的里森沙门氏菌耐药情况

1.9 病人来源德尔卑沙门氏菌耐药情况

80 株病人来源的德尔卑沙门氏菌，对四环素的耐药率最高为 83.75%，其余依次为氨苄西林 75.00%，氯霉素 71.25%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 61.11%，氨苄西林/舒巴坦 26.39%，头孢唑啉 25.00%，萘啶酸 18.75%，环丙沙星 13.75%，庆大霉素 13.75%，头孢他啶 6.25%，头孢噻肟 5.00%，头孢西丁 2.50%，多粘菌素 E13.0%，阿奇霉素 1.25%，亚胺培南 1.25%。病人来源德尔卑沙门氏菌耐药情况见图 10。

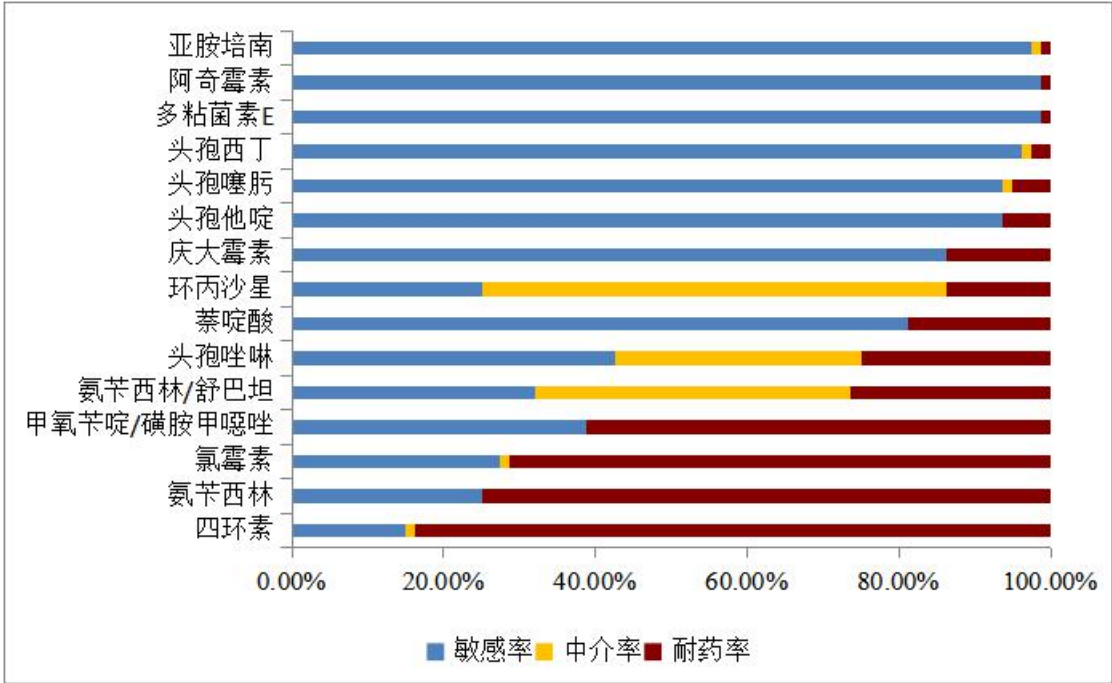


图 10 病人来源的德尔卑沙门氏菌耐药情况

3. 食品来源沙门氏菌的耐药情况

1.1 食品来源沙门氏菌总体情况

监测的 15 种抗生素中，食品来源的沙门氏菌对四环素的耐药率最高为 59.84%，其余依次为萘啶酸 54.41%，氨苄西林 53.49%，头孢唑啉 37.10%，氯霉素 36.28%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 35.49%，氨苄西林/舒巴坦 30.78%，环丙沙星 25.83%，头孢噻肟 23.26%，多粘菌素 E22.32%，庆大霉素 22.01%，头孢他啶 15.06%，阿奇霉素 13.57%，头孢西丁 2.39%，亚胺培南 2.15%。食品来源的沙门氏菌耐药情况见图 11。

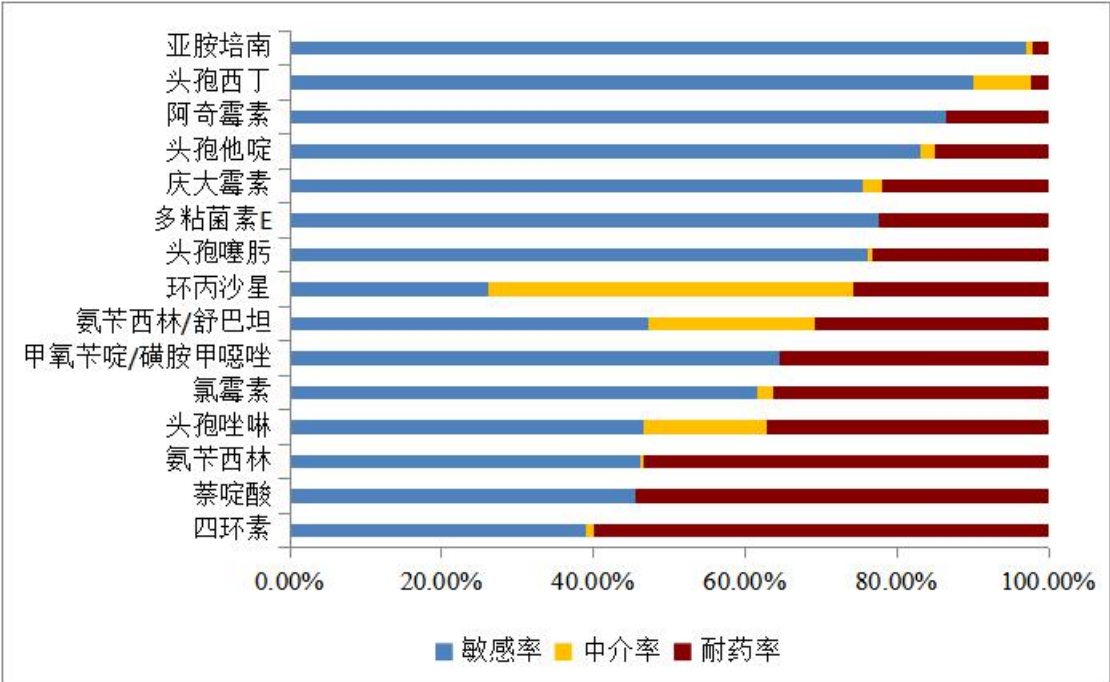


图 11 食品来源沙门氏菌的总体耐药情况

耐受至少 1 种抗生素的菌株共 912 株，占 86.94%。其中，耐受 3 类及以上抗生素的多重耐药株为 581 株，多重耐药率为 55.39%，食品的沙门氏菌多重耐药情况见图 12。

食品来源沙门氏菌耐受抗生素类别数量见表 2。耐受 5 类及以上抗生素的菌株为 354 株，占多重耐药菌株的 60.93%。

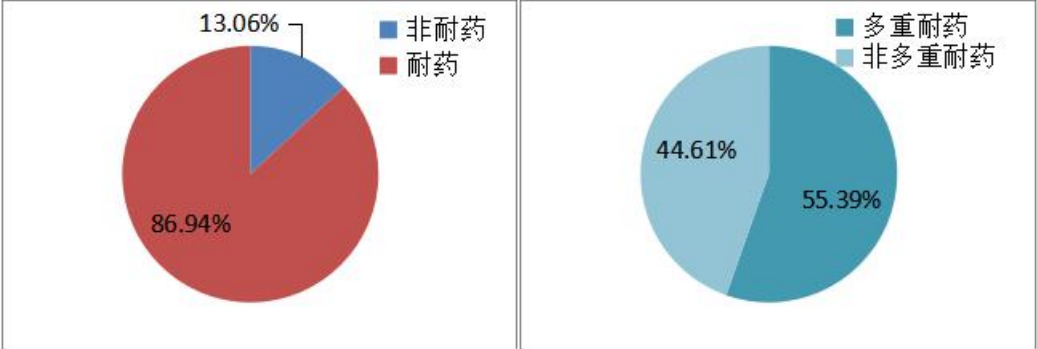


图 12 食品来源沙门氏菌的多重耐药情况

表 2 食品来源沙门氏菌耐受抗生素类别数量

| 耐药谱型       | 菌株数量 | 构成比(%) |
|------------|------|--------|
| 无耐药        | 137  | 13.06  |
| 耐药 1 类抗生素  | 174  | 16.59  |
| 耐药 2 类抗生素  | 157  | 14.97  |
| 耐药 3 类抗生素  | 101  | 9.63   |
| 耐药 4 类抗生素  | 126  | 12.01  |
| 耐药 5 类抗生素  | 79   | 7.53   |
| 耐药 6 类抗生素  | 91   | 8.67   |
| 耐药 7 类抗生素  | 57   | 5.43   |
| 耐药 8 类抗生素  | 64   | 6.10   |
| 耐药 9 类抗生素  | 53   | 5.05   |
| 耐药 10 类抗生素 | 8    | 0.76   |
| 耐药 11 类抗生素 | 2    | 0.19   |

## 1.2 食品来源肠炎沙门氏菌耐药情况

232 株食品来源的肠炎沙门氏菌，对萘啶酸的耐药率最高为 95.41%，其余依次为氨苄西林 70.32%，多粘菌素 E63.73%，头孢唑啉 34.35%，氨苄西林/舒巴坦 33.65%，四环素 23.91%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 21.88%，氯霉素 8.3%，头孢噻肟 7.33%，环丙沙星 6.47%，庆大霉素 6.09%，亚胺培南 4.85%，阿奇霉素 4.82%，头孢他啶 3.88%，头孢西丁 2.16%。食品来源肠炎沙门氏菌耐药情况见图 13。

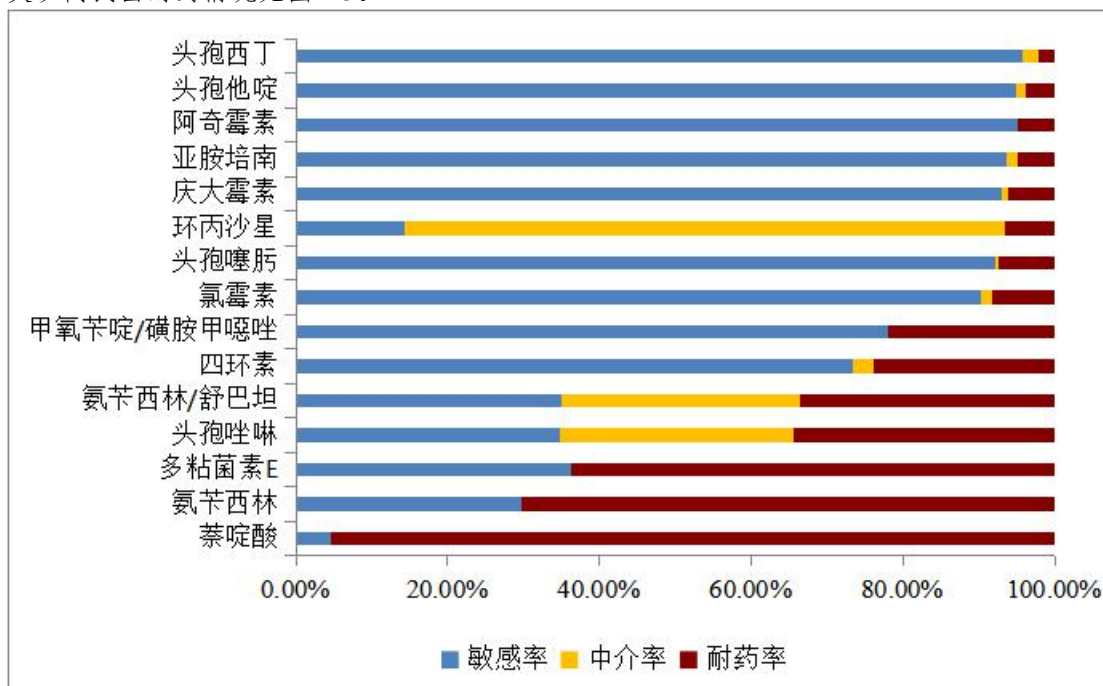


图 13 食品来源的肠炎沙门氏菌耐药情况

## 1.3 食品来源肯塔基沙门氏菌耐药情况

126 株食品来源的肯塔基沙门氏菌，对环丙沙星的耐药率最高为 93.65%，其余依次为四环素 92.74%，萘啶酸 90.98%，头孢唑啉 80.95%，氨苄西林 80.17%，头孢噻肟 73.39%，庆大霉素 71.20%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 70.94%，氯霉素 66.12%，氨苄西林/舒巴坦 53.33%，头孢他啶 50.00%，阿奇霉素 46.03%，多粘菌素 E12.82%，头孢西丁 7.14%，亚胺培南 2.65%。食品来源肯塔基沙门氏菌耐药情况见图 14。

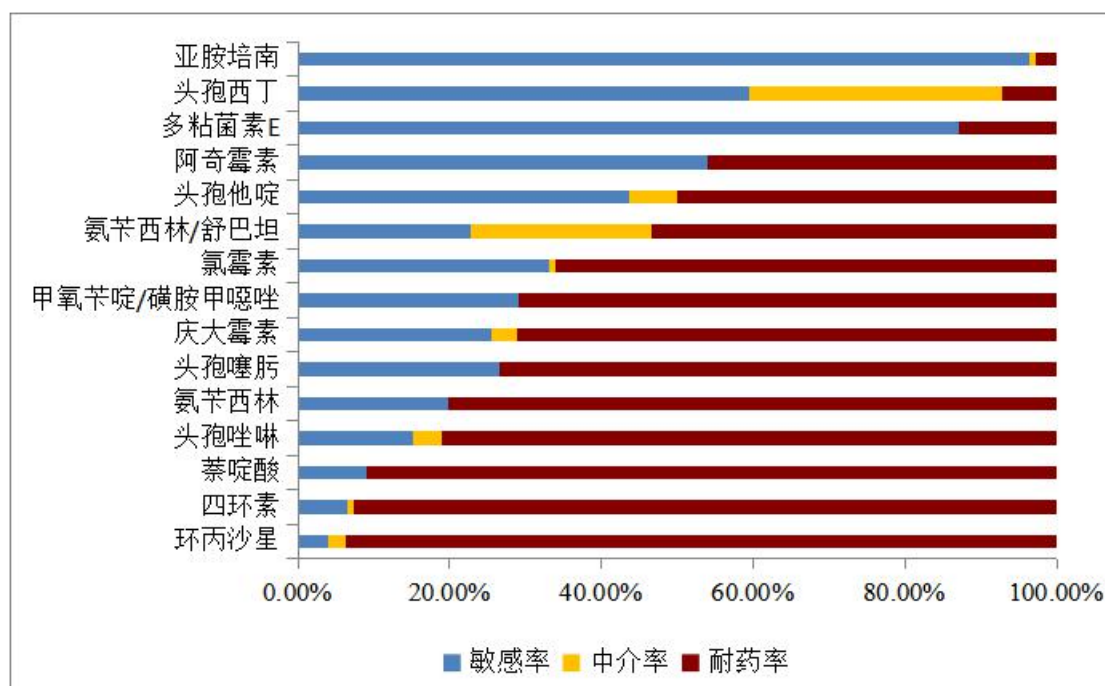


图 14 食品来源的肯塔基沙门氏菌耐药情况

#### 1.4 食品来源鼠伤寒沙门氏菌耐药情况

108 株食品来源的鼠伤寒沙门氏菌，对四环素的耐药率最高为 62.04%，其余依次为氨苄西林 56.31%，萘啶酸 54.55%，头孢唑啉 35.19%，氯霉素 25.47%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 22.83%，氨苄西林/舒巴坦 19.57%，多粘菌素 E15.73%，环丙沙星 14.81%，头孢噻肟 13.08%，庆大霉素 6.48%，头孢他啶 4.63%，阿奇霉素 3.77%，头孢西丁 1.87%，亚胺培南 0.97%。食品来源鼠伤寒沙门氏菌耐药情况见图 15。

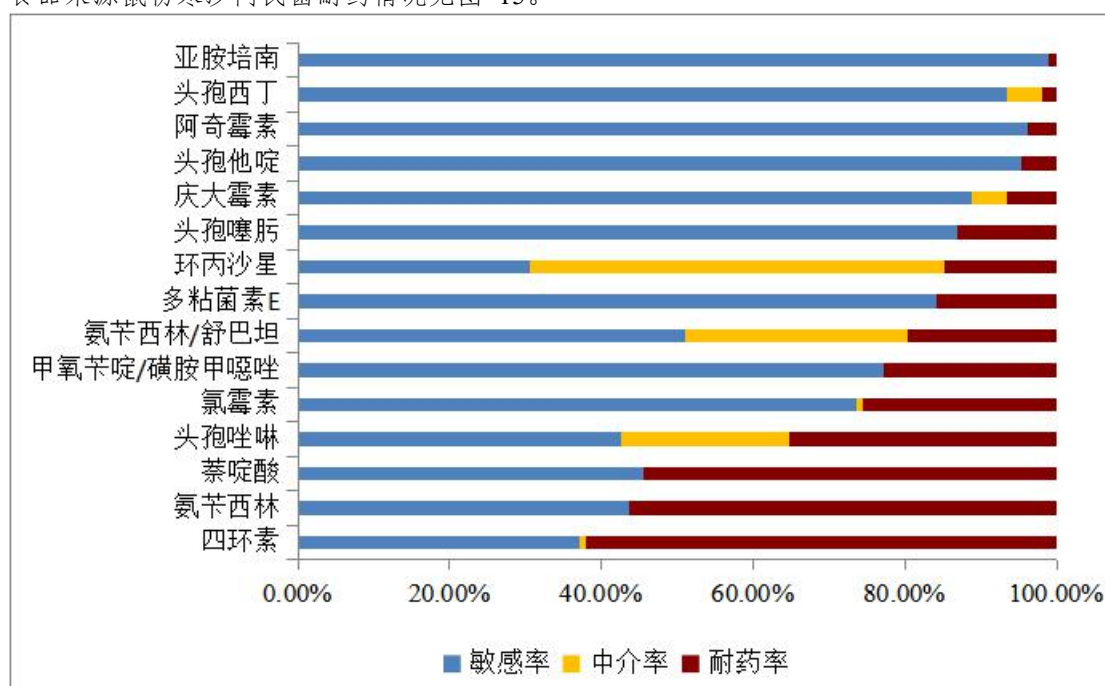


图 15 食品来源的鼠伤寒沙门氏菌耐药情况

#### 1.5 食品来源里森沙门氏菌耐药情况

34 株食品来源的里森沙门氏菌，对四环素的耐药率最高为 96.88%，其余依次为氨苄西

林 75.76%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 67.74%，氯霉素 48.48%，头孢唑啉 23.53%，氨苄西林/舒巴坦 20.00%，萘啶酸 17.65%，环丙沙星 14.71%，多粘菌素 E5.88%，庆大霉素 5.88%，头孢噻肟 5.88%，头孢他啶 5.88%，阿奇霉素 2.94%，无亚胺培南和头孢西丁耐药。食品来源里森沙门氏菌耐药情况见图 16。

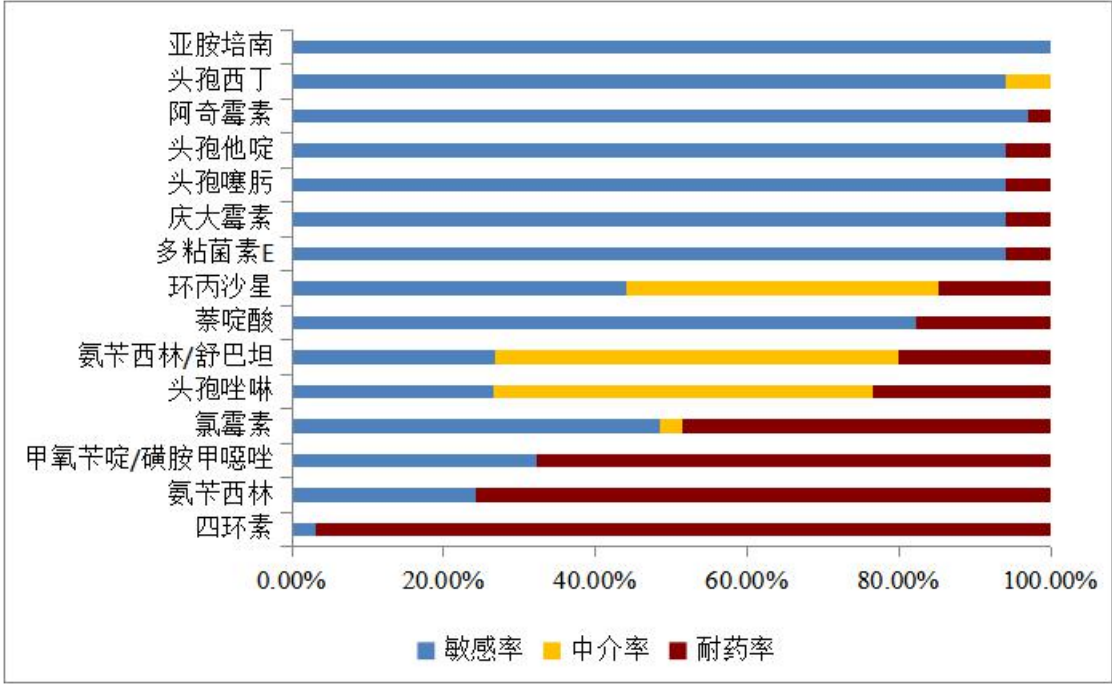


图 16 食品来源的里森沙门氏菌耐药情况

1.6 食品来源德尔卑沙门氏菌耐药情况

25 株食品来源的德尔卑沙门氏菌，对四环素的耐药率最高为 87.50%，其余依次为氯霉素 68.00%，氨苄西林 64.00%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 56.52%，萘啶酸 36.00%，环丙沙星 32.00%，庆大霉素 20.00%，头孢唑啉 20.00%，头孢噻肟 16.00%，氨苄西林/舒巴坦 13.04%，头孢他啶 12.00%，多粘菌素 E8.00%，无头孢西丁、亚胺培南和阿奇霉素耐药。食品来源德尔卑沙门氏菌耐药情况见图 17。

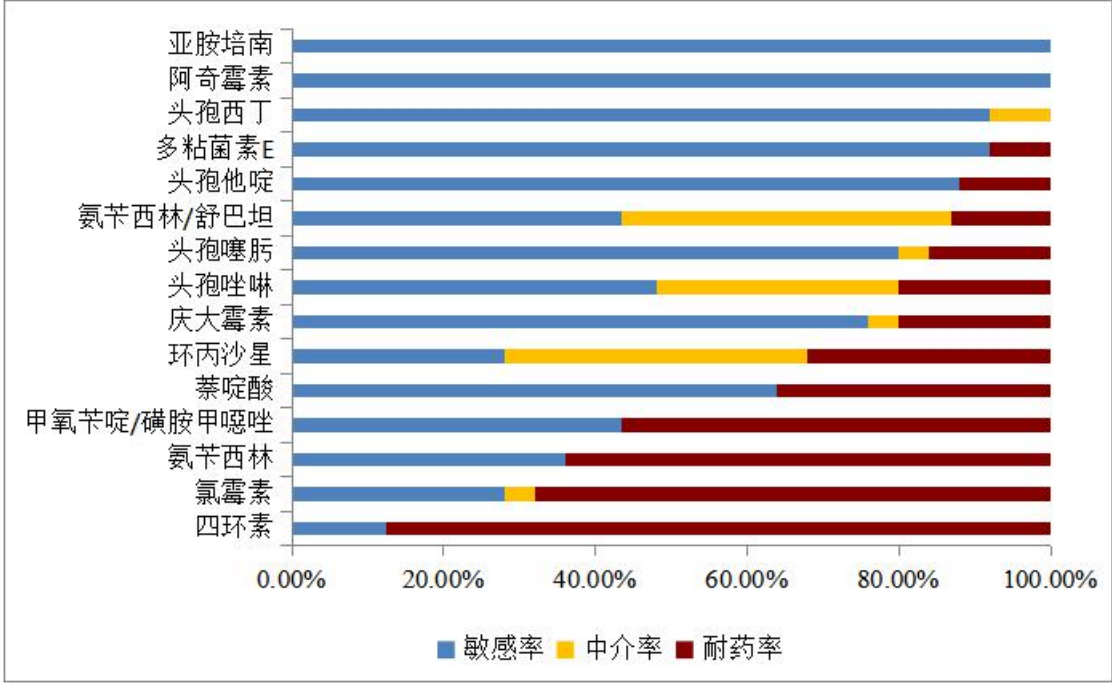


图 17 食品来源的德尔卑沙门氏菌耐药情况

1.7 食品来源科瓦利斯沙门氏菌耐药情况

86 株食品来源的科瓦利斯沙门氏菌，对四环素的耐药率最高为 70.00%，其余依次为氯霉素 37.84%，环丙沙星 12.79%，萘啶酸 12.05%，多粘菌素 E8.33%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 7.35%，氨苄西林 6.17%，头孢唑啉 5.95%，氨苄西林/舒巴坦 5.56%，阿奇霉素 4.71%，庆大霉素 3.49%，头孢噻肟 2.47%，头孢西丁 2.33%，亚胺培南 1.18%，无头孢他啶耐药。无阿奇霉素、庆大霉素、头孢西丁、头孢噻肟、和亚胺培南耐药。食品来源科瓦利斯沙门氏菌耐药情况见图 18。

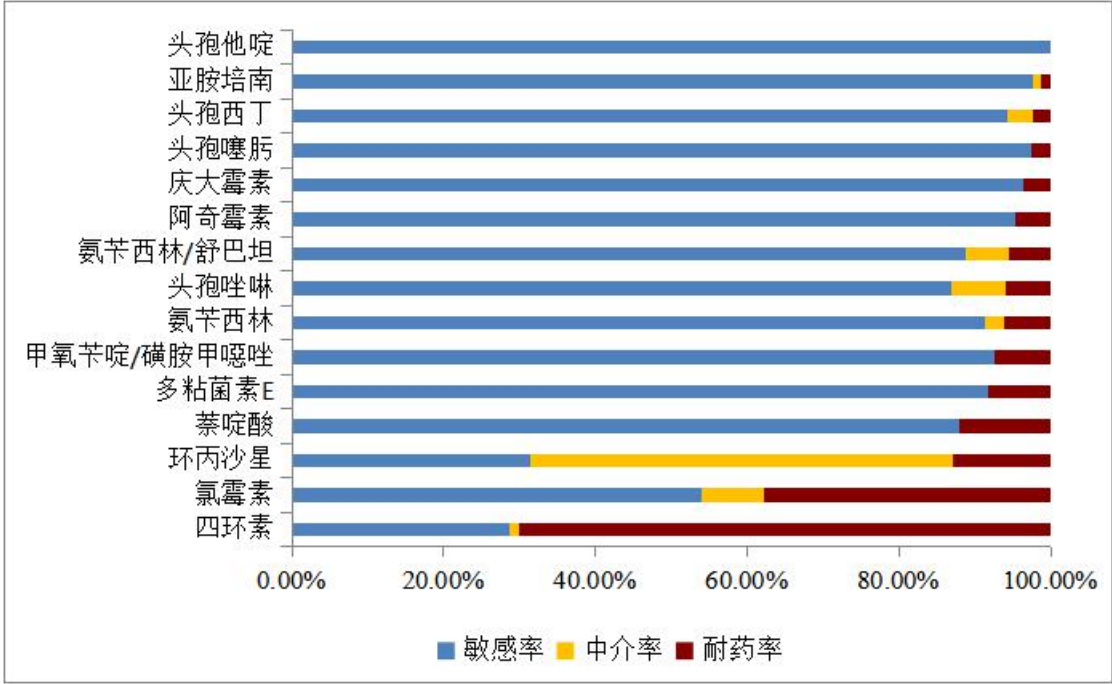


图 18 食品来源的科瓦利斯沙门氏菌耐药情况

1.8 食品来源伦敦沙门氏菌耐药情况

38 株食品来源的伦敦沙门氏菌，对四环素的耐药率最高为 75.68%，其余依次为氨苄西林 71.43%，氯霉素 66.67%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 63.64%，环丙沙星 44.74%，阿奇霉素 39.47%，庆大霉素 39.47%，头孢唑啉 39.47%，氨苄西林/舒巴坦 37.14%，头孢噻肟 21.05%，头孢他啶 18.42%，萘啶酸 13.51%，多粘菌素 E5.41%，头孢西丁 2.63%，无亚胺培南耐药。食品来源伦敦沙门氏菌耐药情况见图 19。

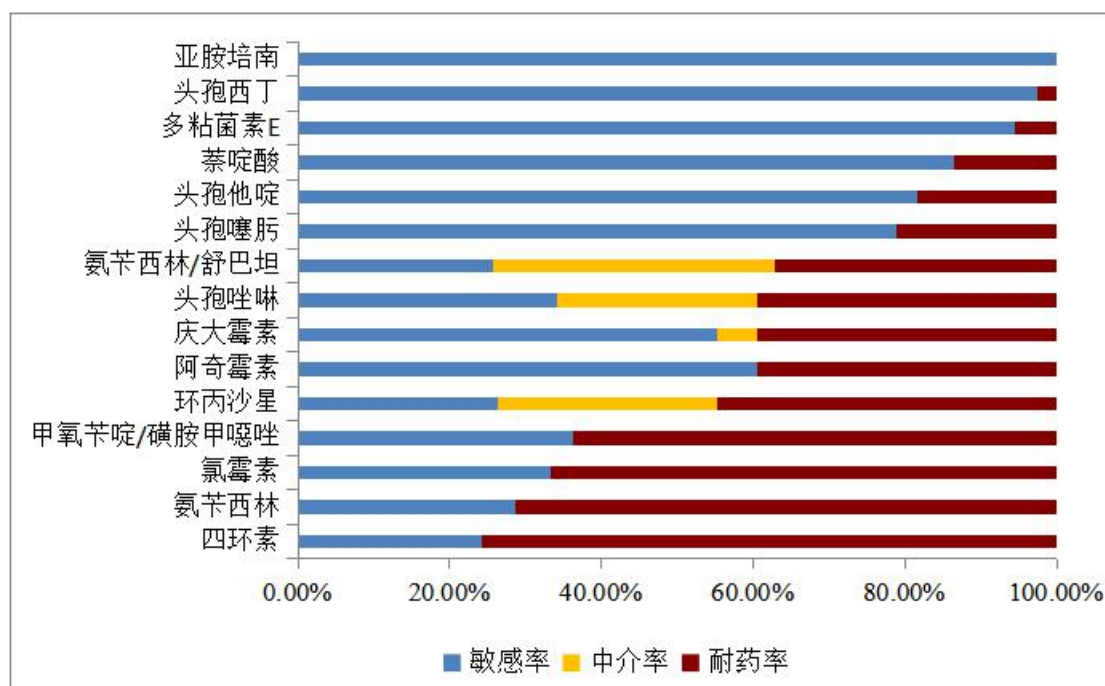


图 19 食品来源的伦敦沙门氏菌耐药情况

### 1.9 食品来源印第安纳沙门氏菌耐药情况

57 株食品来源的印第安纳沙门氏菌，对四环素的耐药率最高为 96.08%，其余依次为氯霉素 68.63%，氨苄西林 50.94%，氨苄西林/舒巴坦 50.00%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 50.00%，头孢唑啉 47.37%，头孢噻肟 41.07%，萘啶酸 38.89%，环丙沙星 35.09%，头孢他啶 33.33%，庆大霉素 25.00%，阿奇霉素 19.30%，多粘菌素 E2.00%，无亚胺培南和头孢西丁耐药。食品来源印第安纳沙门氏菌耐药情况见图 20。

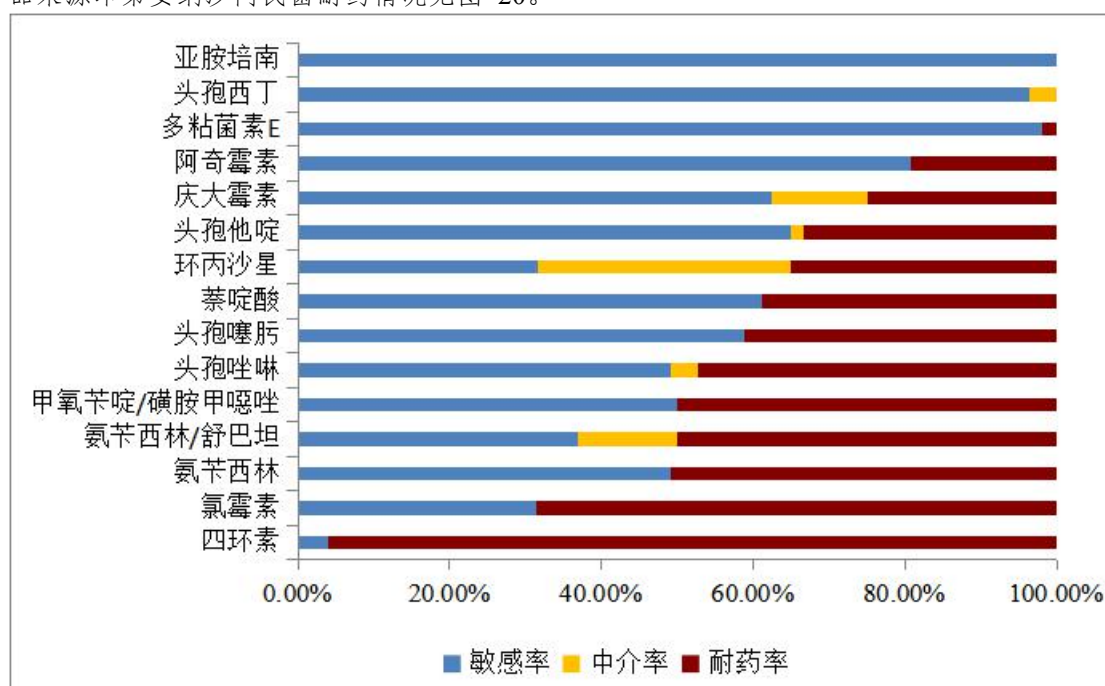


图 20 食品来源的印第安纳沙门氏菌耐药情况

### 1.10 食品来源阿贡纳沙门氏菌耐药情况

48 株食品来源的阿贡纳沙门氏菌，对四环素的耐药率最高为 61.70%，其余依次为氨苄

西林 30.43%，氯霉素 27.66%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 27.03%，头孢唑啉 22.92%，氨苄西林/舒巴坦 21.62%，萘啶酸 12.50%，阿奇霉素 11.11%，头孢噻肟 10.64%，环丙沙星 10.42%，庆大霉素 10.42%，头孢他啶 10.42%，多粘菌素 E5.13%，亚胺培南 2.13%，无头孢西丁耐药。食品来源阿贡纳沙门氏菌耐药情况见图 21。

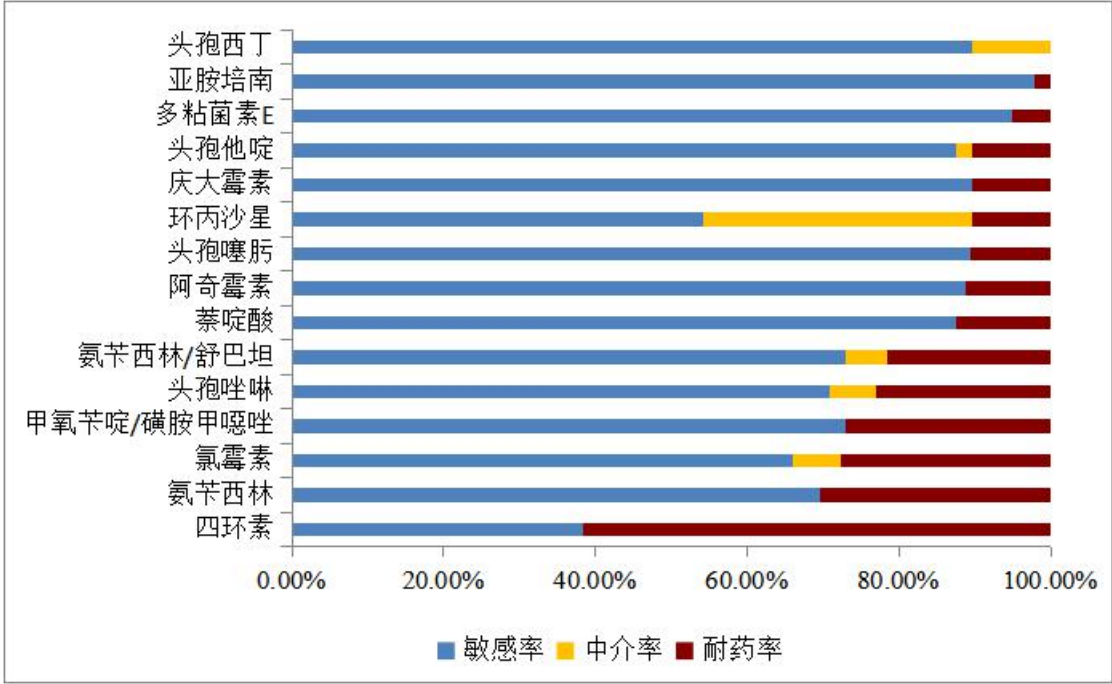


图 21 食品来源的阿贡纳沙门氏菌耐药情况

#### 4. 病人与食品来源的沙门氏菌耐药情况比较

##### 1.1 病人与食品来源的沙门氏菌总体耐药情况比较

病人与食品来源的沙门氏菌对 15 种抗生素均有耐药菌株的出现，其中，病人来源菌株对氨苄西林的耐药率最高为 75.99%，食品来源菌株对四环素的耐药率最高为 59.84%。病人来源的沙门氏菌对氨苄西林、氨苄西林/舒巴坦、四环素、头孢西丁、甲氧苄啶/磺胺甲噁唑、氯霉素的耐药率高于食品。食品来源的沙门氏菌对头孢唑啉、亚胺培南、多粘菌素 E、阿奇霉素、头孢他啶、头孢噻肟、庆大霉素、环丙沙星、萘啶酸的耐药率高于病人。病人与食品来源沙门氏菌耐药情况比较见图 22 和表 3，耐受抗生素类别数量比较见表 4，病人沙门氏菌分离株的耐药率和多重耐药率高于食品分离株。

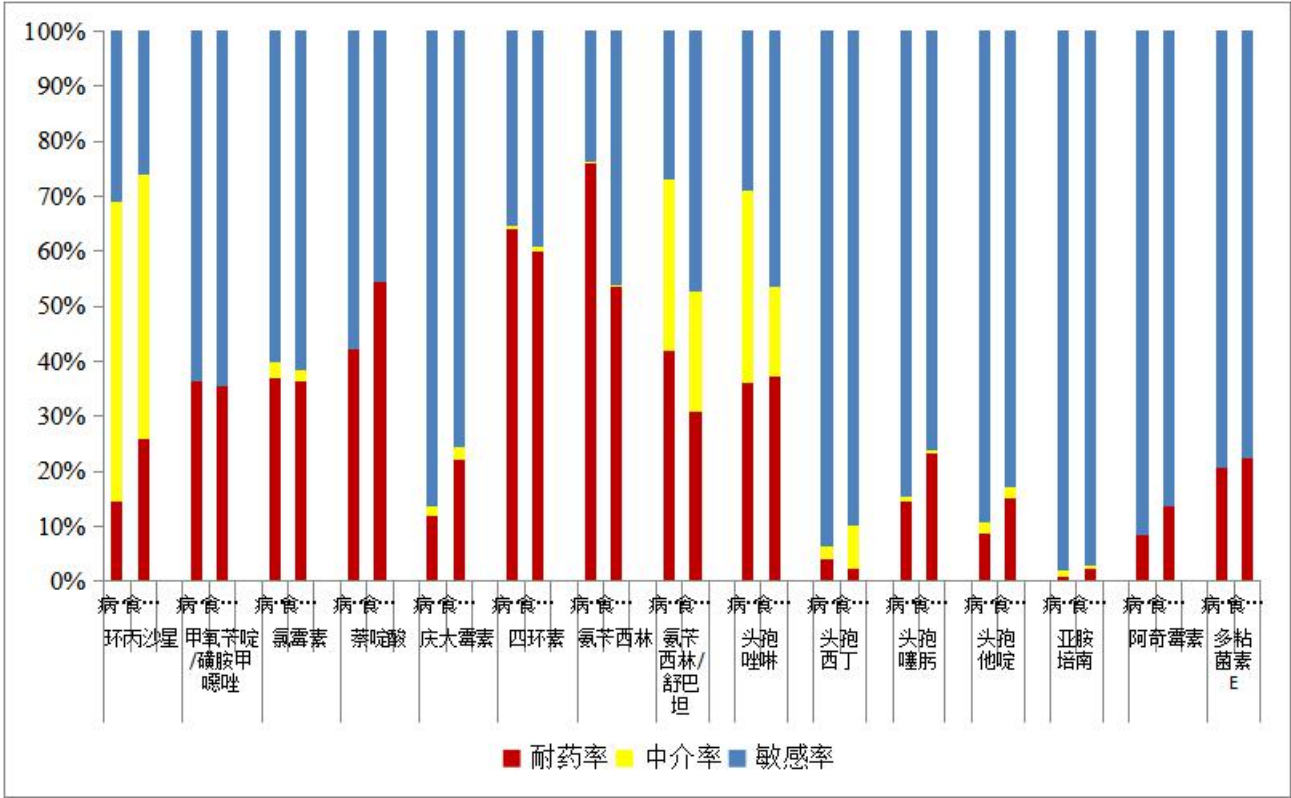


图 22 病人与食品来源的沙门氏菌总体耐药情况比较

表 3 病人与食品来源的沙门氏菌耐药率比较

| 抗生素        | 病人耐药率(%) | 食品耐药率(%) | 耐药率差值(%) |
|------------|----------|----------|----------|
| 环丙沙星       | 14.38    | 25.83    | -11.45   |
| 甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 | 36.35    | 35.49    | 0.86     |
| 氯霉素        | 36.95    | 36.28    | 0.67     |
| 萘啶酸        | 42.19    | 54.41    | -12.22   |
| 庆大霉素       | 11.83    | 22.01    | -10.18   |
| 四环素        | 64.10    | 59.84    | 4.26     |
| 氨苄西林       | 75.99    | 53.49    | 22.50    |
| 氨苄西林/舒巴坦   | 41.84    | 30.78    | 11.06    |
| 头孢唑啉       | 35.94    | 37.10    | -1.16    |
| 头孢西丁       | 4.13     | 2.39     | 1.74     |
| 头孢噻肟       | 14.55    | 23.26    | -8.71    |
| 头孢他啶       | 8.81     | 15.06    | -6.25    |
| 亚胺培南       | 0.89     | 2.15     | -1.26    |
| 阿奇霉素       | 8.40     | 13.57    | -5.17    |
| 多粘菌素 E     | 20.48    | 22.32    | -1.84    |
| 耐药率        | 89.65    | 86.94    | 2.71     |
| 多重耐药率      | 69.11    | 55.39    | 13.72    |

表 4 病人和食品来源沙门氏菌耐受抗生素类别数量比较

| 耐药谱型 | 病人来源 |        | 食品来源 |        |
|------|------|--------|------|--------|
|      | 菌株数量 | 构成比(%) | 菌株数量 | 构成比(%) |

|            |     |       |     |       |
|------------|-----|-------|-----|-------|
| 无耐药        | 598 | 10.35 | 137 | 13.06 |
| 耐药 1 类抗生素  | 496 | 8.59  | 174 | 16.59 |
| 耐药 2 类抗生素  | 690 | 11.95 | 157 | 14.97 |
| 耐药 3 类抗生素  | 829 | 14.35 | 101 | 9.63  |
| 耐药 4 类抗生素  | 990 | 17.14 | 126 | 12.01 |
| 耐药 5 类抗生素  | 884 | 15.30 | 79  | 7.53  |
| 耐药 6 类抗生素  | 600 | 10.39 | 91  | 8.67  |
| 耐药 7 类抗生素  | 338 | 5.85  | 57  | 5.43  |
| 耐药 8 类抗生素  | 229 | 3.96  | 64  | 6.10  |
| 耐药 9 类抗生素  | 107 | 1.85  | 53  | 5.05  |
| 耐药 10 类抗生素 | 9   | 0.16  | 8   | 0.76  |
| 耐药 11 类抗生素 | 6   | 0.10  | 2   | 0.19  |

### 1.2 鼠伤寒沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较

病人与食品来源的鼠伤寒沙门氏菌对四环素和氨苄西林的耐药率均较高。病人来源的鼠伤寒沙门氏菌对氯霉素、氨苄西林、甲氧苄啶/磺胺甲噁唑、四环素、氨苄西林/舒巴坦、庆大霉素、头孢他啶、头孢噻肟、阿奇霉素、头孢西丁的耐药率均高于食品。食品来源的菌株对亚胺培南、头孢唑啉、环丙沙星、多粘菌素 E、萘啶酸的耐药率高于病人。病人整体耐药情况重于食品。鼠伤寒沙门氏菌的耐药情况比较见图 23。

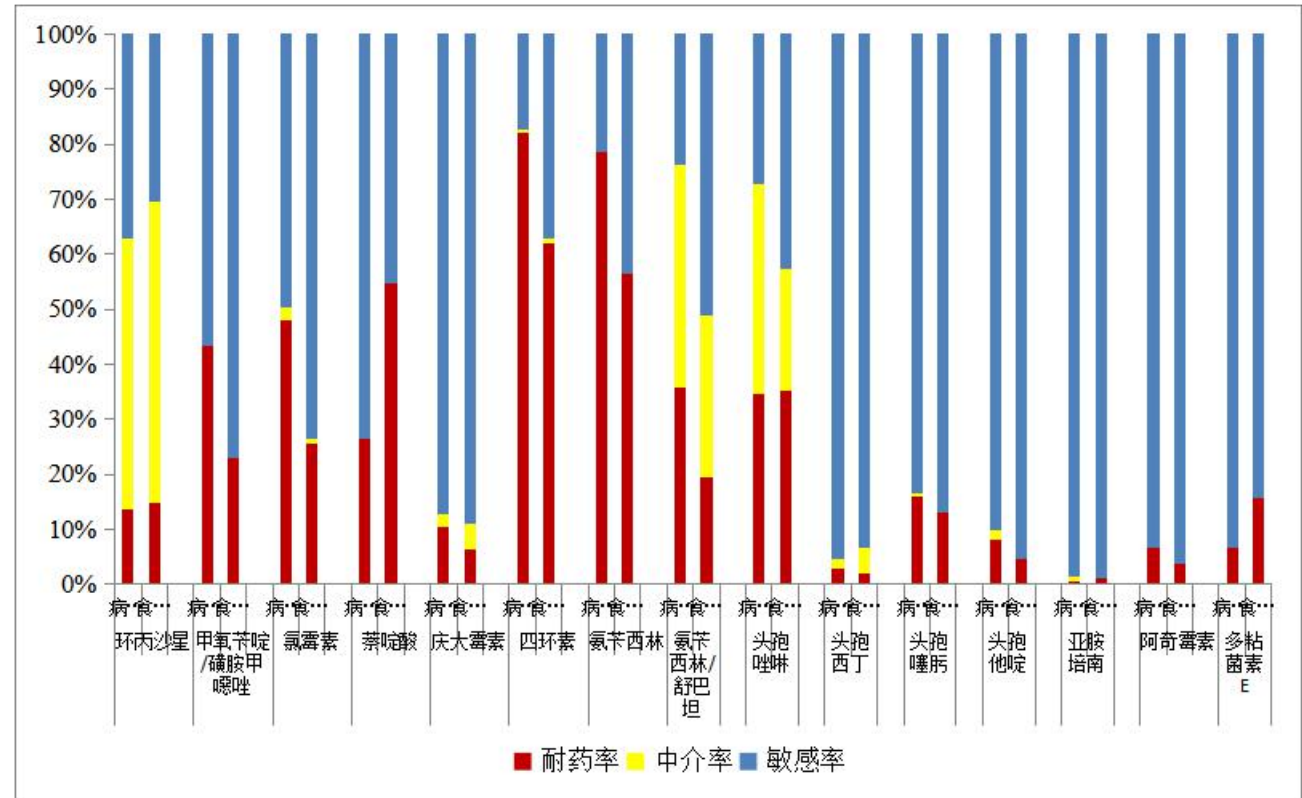


图 23 鼠伤寒沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较

### 1.3 德尔卑沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较

病人与食品来源德尔卑沙门氏菌对氨苄西林、甲氧苄啶/磺胺甲噁唑、氯霉素、四环素的耐药率均超过 50.00%。病人来源的德尔卑沙门氏菌对氨苄西林/舒巴坦、氨苄西林、头孢唑啉、甲氧苄啶/磺胺甲噁唑、氯霉素、阿奇霉素、头孢西丁、亚胺培南的耐药率均高于食

品。食品来源的菌株对四环素、头孢他啶、庆大霉素、多粘菌素 E、头孢噻肟、萘啶酸、环丙沙星的耐药率高于病人。德尔卑沙门氏菌的耐药情况比较见图 24。

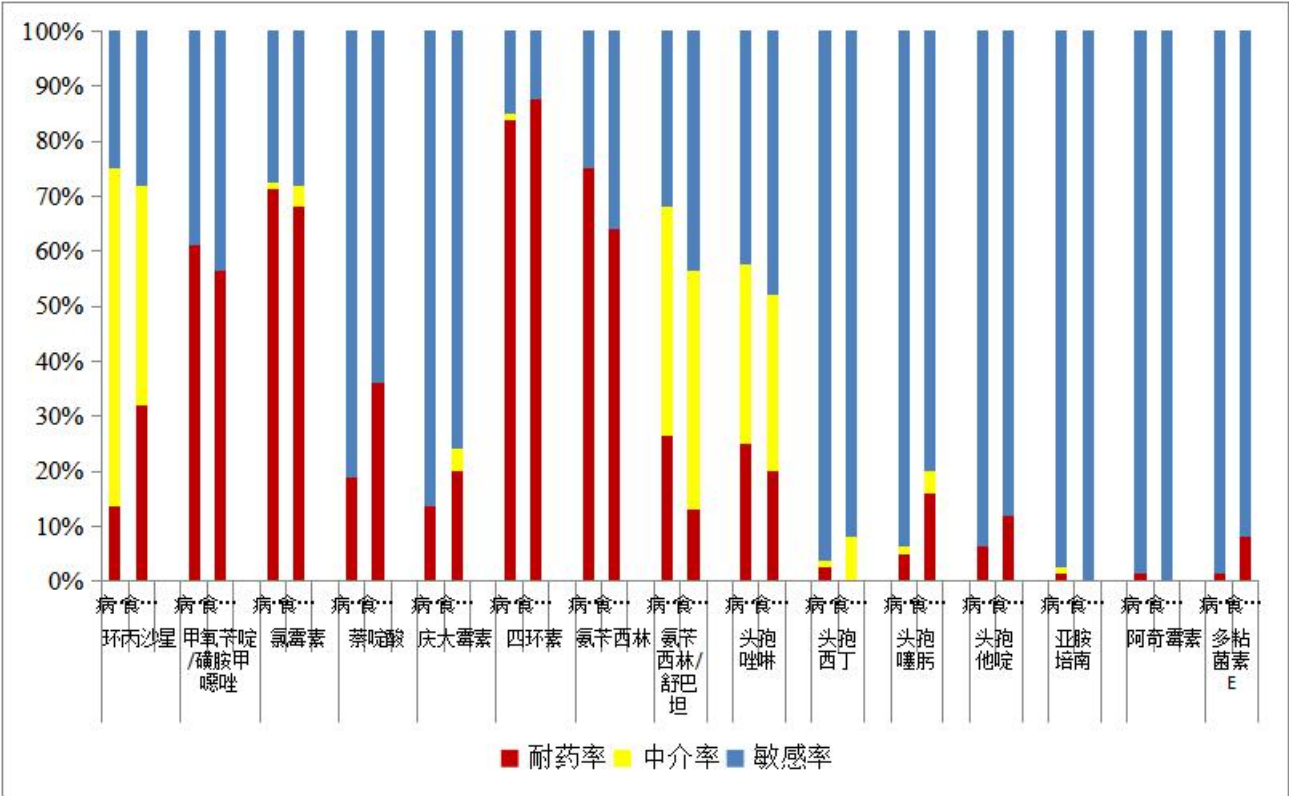


图 24 德尔卑沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较

1.4 伦敦沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较

病人与食品来源伦敦沙门氏菌对甲氧苄啶/磺胺甲噁唑、四环素、氨苄西林和氯霉素的耐药率均超过 50.00%，对萘啶酸的耐药率较低。甲氧苄啶/磺胺甲噁唑、氨苄西林、氯霉素、四环素的耐药率。病人来源的伦敦沙门氏菌对庆大霉素、氨苄西林/舒巴坦、甲氧苄啶/磺胺甲噁唑、氨苄西林、氯霉素、四环素、亚胺培南的耐药率均高于食品。食品来源的菌株对头孢西丁、环丙沙星、头孢唑林、多粘菌素 E、萘啶酸、头孢噻肟、头孢他啶、阿奇霉素的耐药率高于病人。伦敦沙门氏菌的耐药情况比较见图 28。

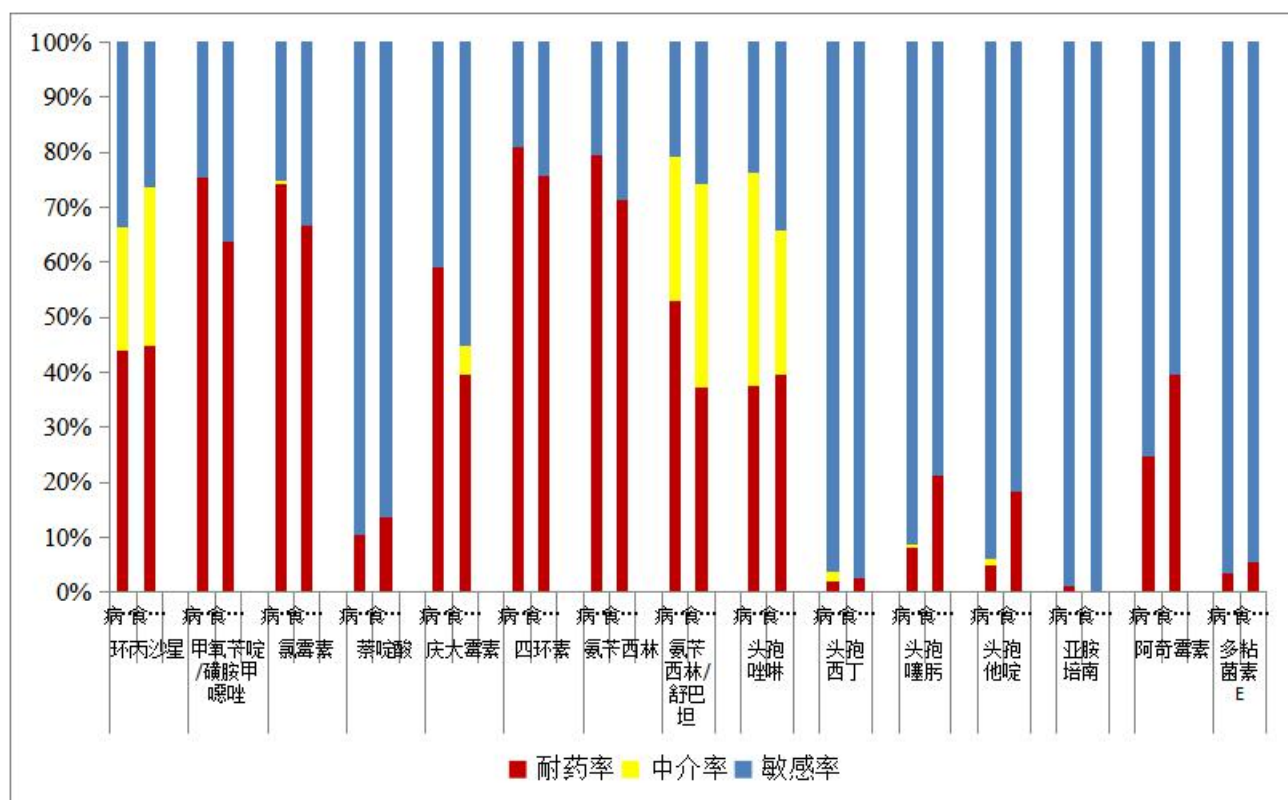


图 25 伦敦沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较

### 1.5 里森沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较

病人与食品来源里森沙门氏菌对氨苄西林、甲氧苄啶/磺胺甲噁唑、四环素的耐药率均超过 50.00%。病人来源的里森沙门氏菌对氨苄西林/舒巴坦、氨苄西林、阿奇霉素、头孢噻肟、甲氧苄啶/磺胺甲噁唑、头孢西丁、亚胺培南的耐药率均高于食品。食品来源的菌株对头孢他啶、头孢唑啉、庆大霉素、多粘菌素 E、四环素、氯霉素、环丙沙星、萘啶酸的耐药率高于病人。里森沙门氏菌的耐药情况比较见图 26。

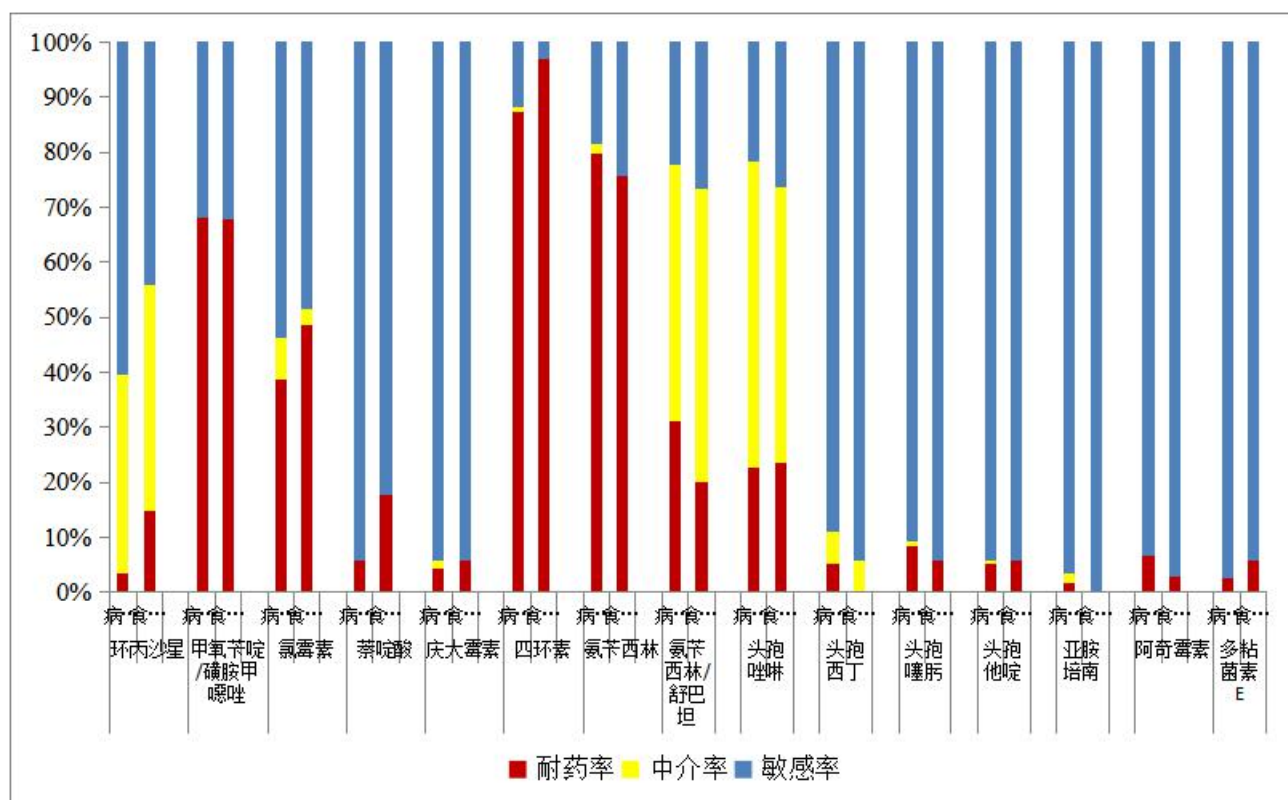


图 26 里森沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较

### 1.6 肠炎沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较

病人与食品来源肠炎沙门氏菌对氨苄西林、多粘菌素 E、萘啶酸的耐药率均超过 50.00%，对环丙沙星和氯霉素耐药率较低。病人来源的肠炎沙门氏菌对氨苄西林/舒巴坦、氨苄西林、四环素、头孢唑啉、多粘菌素 E、头孢西丁、头孢他啶的耐药率均高于食品。食品来源的菌株对头孢噻肟、氯霉素、环丙沙星、萘啶酸、庆大霉素、阿奇霉素、亚胺培南、甲氧苄啶/磺胺甲噁唑的耐药率高于病人。肠炎沙门氏菌的耐药情况比较见图 27。

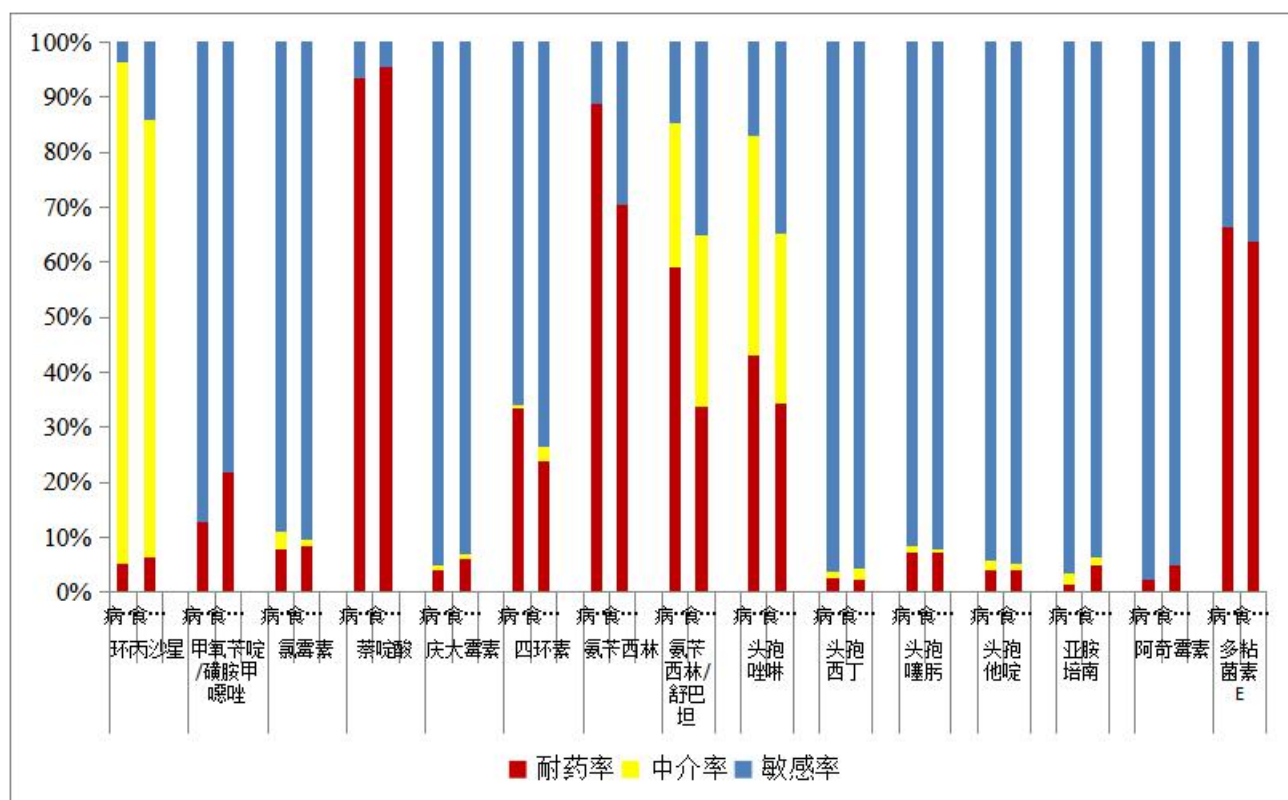


图 27 肠炎沙门氏菌病人与食品来源耐药情况比较

## 5. 不同血清型的耐药特点

病人和食品来源的肠炎沙门氏菌对萘啶酸和多粘菌素 E 的耐药率明显高于其他血清型，对环丙沙星、甲氧苄啶/磺胺甲噁唑和氯霉素的耐药率较低。病人和食品来源的伦敦沙门氏菌和德尔卑沙门氏菌对氯霉素的耐药率较高。病人来源的鼠伤寒沙门氏菌和鼠伤寒变种沙门氏菌有相对一致的耐药表现。病人和食品来源的同一血清型沙门氏菌有相对一致的耐药表现，不同血清型的沙门氏菌有不同的耐药特点，部分结果见图 28。

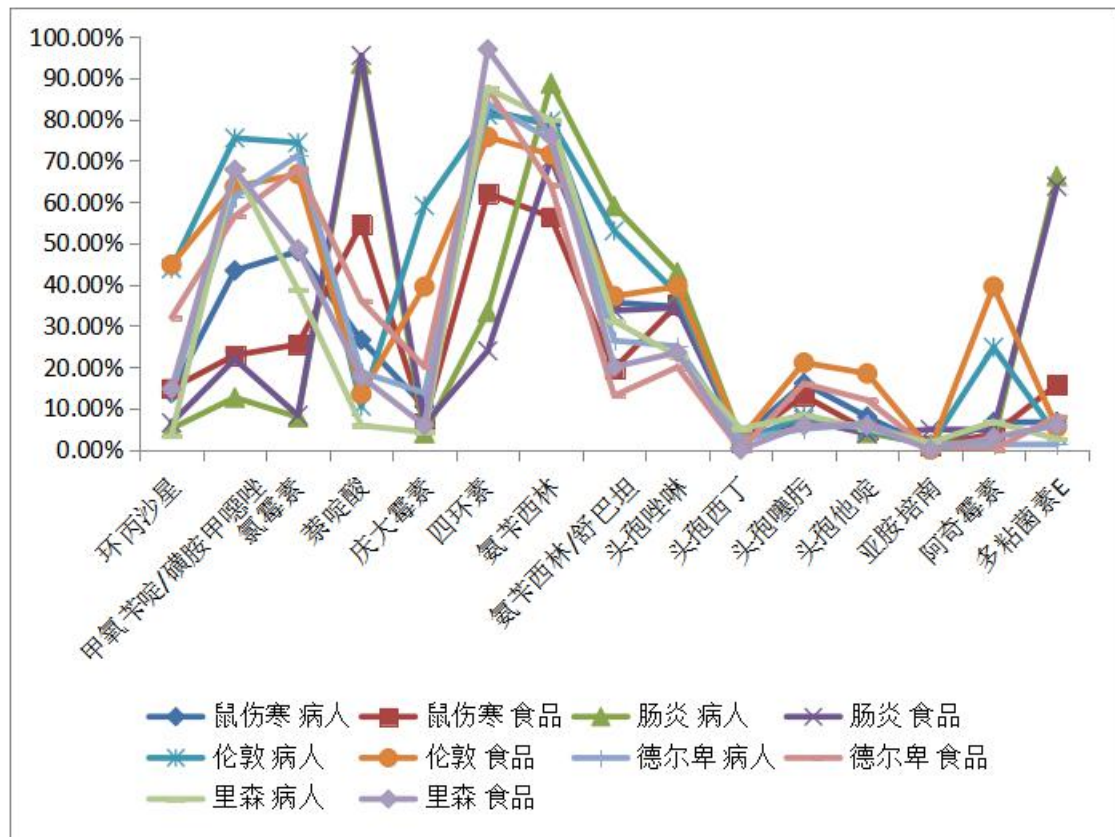


图 28 不同沙门氏菌血清型的耐药特点

## 6. 沙门氏菌全基因组测序耐药分析

对所有分离株提取核酸后，构建插入片段大小为 500bp 的文库，通过 Illumina GA IIx (Illumina, San Diego, CA) 进行双向测序，单条 reads 的测序长度为 150bp，每株菌的测序深度为 500X 数据量。利用 SPAdes (release v.3.1.0) 软件选择默认参数对测序得到的 reads 进行组装拼接，构建 scaffolds 和 contigs。SPAdes 软件基于德布鲁因图 (de bruijn graph) 算法针对 NGS 数据进行组装，该软件运行速度较快，能够通过 BayesHammer 组件处理测序错误，可以自动选择不同的 Kmer 值运行，并挑选出最合适的 Kmer 值。去接头和低质量 reads 过滤方法通过 Trimmomatic 软件进行处理，连续 3 个碱基低于 Q20 则过滤掉该 reads。耐药基因分析是采用 ABRicate 软件，使用 resfinder 数据库进行分析，最小一致性和覆盖率的阈值分别设置为 80% 和 60%。

结果显示：氨苄西林耐药表型阳性菌株携带了 27 种已知耐药基因，氨苄西林/舒巴坦耐药表型阳性菌株携带了 5 种已知耐药基因，头孢西丁耐药表型阳性菌株携带了 3 种已知耐药基因，头孢他啶耐药表型阳性菌株携带了 8 种已知耐药基因，头孢噻肟耐药表型阳性菌株携带了 11 种已知耐药基因，环丙沙星耐药表型阳性菌株携带了 11 种已知耐药基因，萘啶酸耐药表型阳性菌株携带了 1 种已知耐药基因，庆大霉素耐药表型阳性菌株携带了 11 种已知耐药基因，氯霉素耐药表型阳性菌株携带了 6 种已知耐药基因，四环素耐药表型阳性菌株携带了 10 种已知耐药基因，阿奇霉素耐药表型阳性菌株携带了 3 种已知耐药基因，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑耐药表型阳性菌株携带了 42 种已知甲氧苄啶/磺胺甲噁唑耐药基因组合，耐药基因种类丰富。

## 7. 结果分析

我国病人来源的沙门氏菌分离株对监测的 15 种抗生素氨苄西林、氨苄西林/舒巴坦、四环素、甲氧苄啶/磺胺甲噁唑、萘啶酸、氯霉素、环丙沙星、庆大霉素、阿奇霉素、头孢西丁、头孢唑啉、头孢噻肟、头孢他啶、亚胺培南以及多粘菌素 E 均有耐药，其中，对多粘菌素 E 的耐药率为 20.48%，主要的耐药血清型是肠炎沙门氏菌。我国病人来源的沙门氏菌分离株的耐药性高于美国 NARMS。2015 年美国 NARMS 数据显示非伤寒沙门氏菌病人分离株对氨苄西林的耐药率为 12.4%，四环素 13.5%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 2.4%，萘啶酸 4.7%，氯霉素 3.3%，环丙沙星 0.4%，庆大霉素 1.8%，阿奇霉素 0.3%，头孢西丁 2.5%，未发现对亚胺培南耐药的菌株。病人来源沙门氏菌对氨苄西林耐药率有逐年升高的趋势，对环丙沙星的耐药率相对长期使用的抗生素（如四环素和氨苄西林）较低，但是中介率较高。对一代头孢类抗生素（头孢唑啉）的耐药率高于三代头孢类（头孢噻肟和头孢他啶）和头霉素类（头孢西丁）。本次监测还发现了 0.89% 的菌株是耐受亚胺培南的超级耐药沙门氏菌，亚胺培南的耐药以前常见于铜绿假单胞菌或鲍曼不动杆菌，但少见于肠杆菌科，且耐亚胺培南菌株也大多表现为多重耐药。

食品来源的沙门氏菌分离株对氨苄西林、四环素、甲氧苄啶/磺胺甲噁唑、萘啶酸、氯霉素、环丙沙星、庆大霉素、阿奇霉素、头孢西丁、亚胺培南等抗生素均有耐药，对多粘菌素 E 的耐药率为 22.32%，主要的耐药血清型是肠炎沙门氏菌。食品来源的沙门氏菌耐药率为 86.94%，多重耐药率为 55.39%，病人来源的沙门氏菌耐药率和多重耐药率均高于食品来源。病人和食品来源沙门氏菌有不同的耐药特点，病人来源菌株对氨苄西林的耐药率最高为 75.99%，食品来源菌株对四环素的耐药率最高为 59.84%。病人来源的沙门氏菌对氨苄西林、氨苄西林/舒巴坦、四环素、头孢西丁、甲氧苄啶/磺胺甲噁唑、氯霉素的耐药率高于食品。食品来源的沙门氏菌对头孢唑啉、亚胺培南、多粘菌素 E、阿奇霉素、头孢他啶、头孢噻肟、庆大霉素、环丙沙星、萘啶酸的耐药率高于病人。

较其他血清型沙门氏菌，病人来源的斯坦利和汤卜逊沙门氏菌耐药水平较低。病人和食品来源的肠炎沙门氏菌对萘啶酸和多粘菌素 E 的耐药率明显高于其他血清型，对环丙沙星、甲氧苄啶/磺胺甲噁唑和氯霉素的耐药率较低。病人和食品来源的伦敦沙门氏菌和德尔卑沙门氏菌对氯霉素的耐药率较高。病人来源的鼠伤寒沙门氏菌和鼠伤寒变种沙门氏菌有相对一致的耐药表现。病人和食品来源的同一血清型沙门氏菌有相对一致的耐药表现，不同血清型的沙门氏菌有不同的耐药特点。

在抗生素的选择性压力下，耐药菌株不断出现，特别是多重耐药性菌株，这已成为严重的公共卫生问题。由于细菌耐药性的产生非常复杂，同一种耐药表型往往由一种以上耐药基因控制，这些耐药基因可以以整合子或质粒等形式在菌株之间传递，这就导致没有面临抗生素选择性压力的菌株也会产生耐药。

监测结果提示，我国病人和食品源沙门氏菌耐药严重，对三代头孢、亚胺培南以及多粘菌素 E 等多种重要临床治疗用抗生素耐药株的出现应引起足够重视，应加强分子流行病学特征研究，掌握耐药性产生机制和耐药基因传播规律，开展耐药性风险评估，制定临床治疗和养殖业抗生素应用的综合管理措施，从根本上控制耐药性的产生和传播。

(二) 致泻大肠埃希氏菌。

1. 菌株血清型分布

共对 967 株鉴定到具体血清型。肠道集聚性大肠埃希氏菌（EAEC）最多为 536 株，占 39.82%，其余菌株数量较多的血清型依次为肠道致病性大肠埃希氏菌（EPEC）233 株，产肠毒素大肠埃希氏菌（ETEC）149 株，肠道出血性大肠埃希氏菌（EHEC）35 株，肠道侵袭性大肠埃希氏菌（EIEC）14 株。

2. 病人来源致泻大肠埃希氏菌的耐药情况

1.1 病人来源致泻大肠埃希氏菌总体情况

监测的 14 种抗生素中，病人来源的致泻大肠埃希氏菌对氨苄西林的耐药率最高为 67.23%，其余依次为四环素 59.35%，萘啶酸 53.00%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 44.38%，头孢唑啉 33.51%，庆大霉素 24.26%，头孢噻肟 23.99%，环丙沙星 20.80%，氯霉素 19.96%，氨苄西林/舒巴坦 18.81%，头孢他啶 6.73%，头孢西丁 6.62%，多粘菌素 E5.21%，亚胺培南 2.05%。对一代头孢（头孢唑啉）的耐药率高于三代头孢（头孢噻肟和头孢他啶），出现耐亚胺培南的超级耐药菌。病人来源的致泻大肠埃希氏菌耐药情况见图 29。

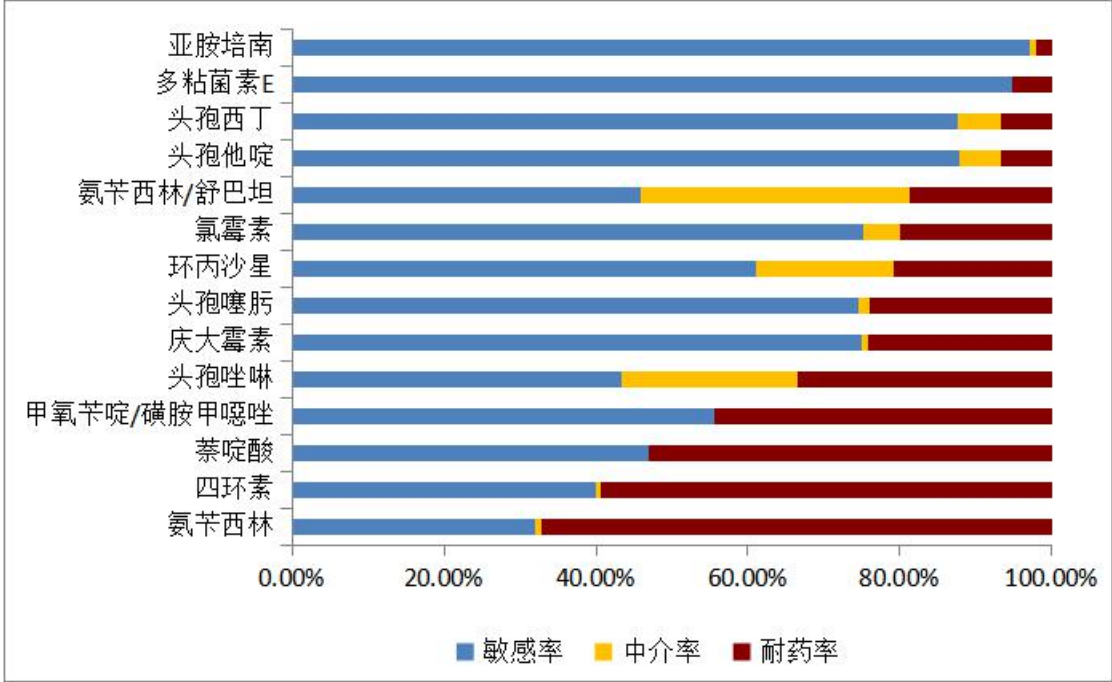


图 29 病人来源致泻大肠埃希氏菌的总体耐药情况

耐受至少 1 种抗生素的菌株共 834 株，占 87.61%。其中，耐受 3 类及以上抗生素的多重耐药株为 556 株，多重耐药率为 58.40%，病人来源的致泻大肠埃希氏菌多重耐药情况见图 30。

病人来源致泻大肠埃希氏菌耐受抗生素类别数量见表 5。耐受 5 类及以上抗生素的菌株为 284 株，占多重耐药菌株的 51.08%。

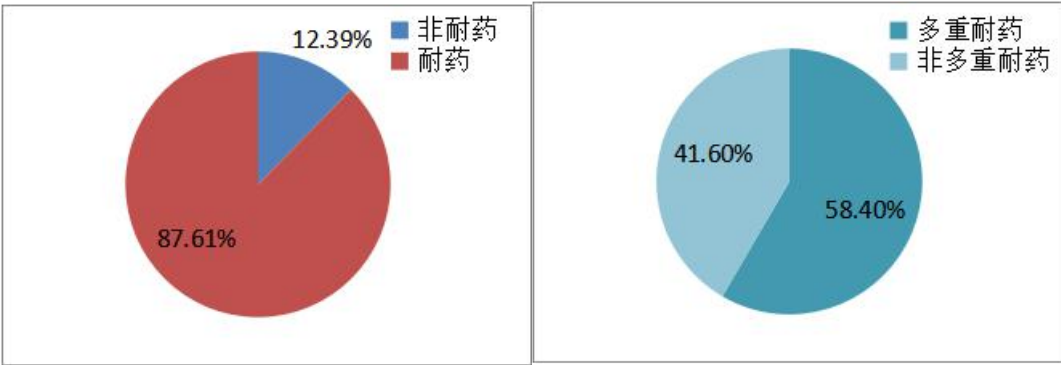


图 30 病人来源致泻大肠埃希氏菌的多重耐药情况

表 5 病人来源致泻大肠埃希氏菌耐受抗生素类别数量

| 耐药谱型       | 菌株数量 | 构成比(%) |
|------------|------|--------|
| 无耐药        | 118  | 12.39  |
| 耐药 1 类抗生素  | 116  | 12.18  |
| 耐药 2 类抗生素  | 162  | 17.02  |
| 耐药 3 类抗生素  | 159  | 16.70  |
| 耐药 4 类抗生素  | 113  | 11.87  |
| 耐药 5 类抗生素  | 110  | 11.55  |
| 耐药 6 类抗生素  | 88   | 9.24   |
| 耐药 7 类抗生素  | 48   | 5.04   |
| 耐药 8 类抗生素  | 33   | 3.47   |
| 耐药 9 类抗生素  | 3    | 0.32   |
| 耐药 10 类抗生素 | 2    | 0.21   |
| 合计         | 952  | 100.00 |

1.2 病人来源肠道集聚性大肠埃希氏菌（EAEC）耐药情况

501 株病人来源的肠道集聚性大肠埃希氏菌（EAEC），对氨苄西林的耐药率最高为 69.46%，其余依次为四环素 62.08%，萘啶酸 60.08%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 51.14%，头孢唑啉 36.13%，头孢噻肟 26.48%，庆大霉素 25.15%，环丙沙星 24.75%，氯霉素 23.95%，氨苄西林/舒巴坦 19.83%，头孢他啶 7.80%，头孢西丁 7.58%，多粘菌素 E3.41%，亚胺培南 2.07%。病人来源肠道集聚性大肠埃希氏菌（EAEC）耐药情况见图 31。

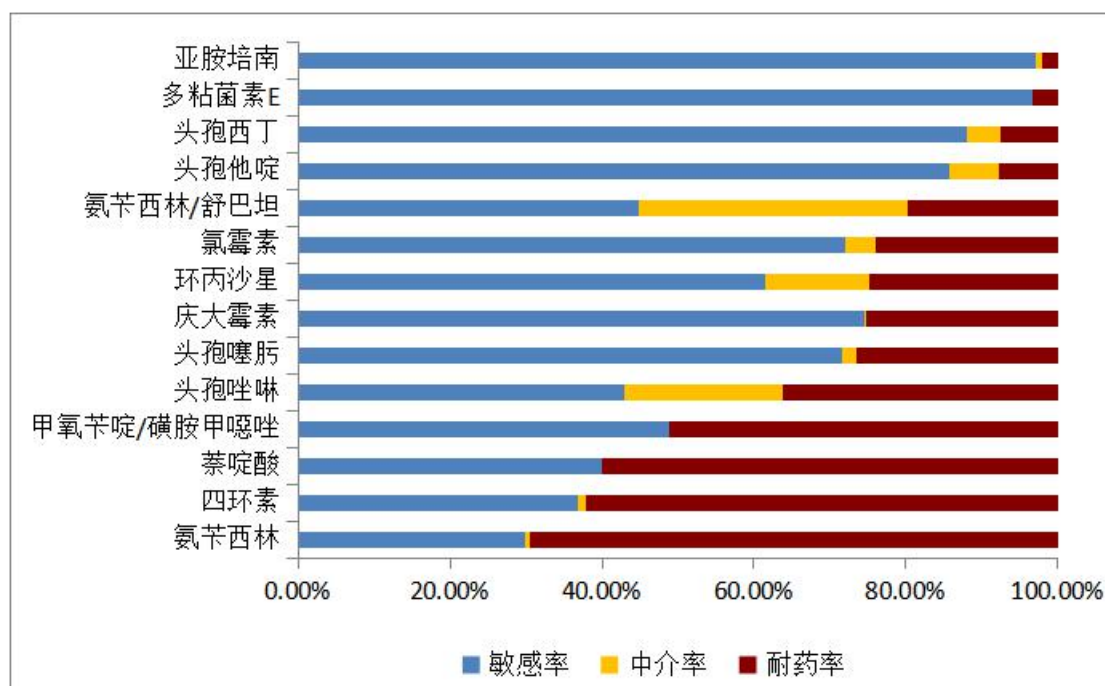


图 31 病人来源肠道集聚性大肠埃希氏菌（EAEC）耐药情况

### 1.3 病人来源产肠毒素大肠埃希氏菌（ETEC）耐药情况

477 株病人来源的产肠毒素大肠埃希氏菌(ETEC),对氨苄西林的耐药率最高为 70.47%,其余依次为萘啶酸 53.02%,四环素 49.66%,头孢唑啉 26.85%,甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 19.08%,头孢噻肟 14.09%,环丙沙星 12.08%,氨苄西林/舒巴坦 9.92%,庆大霉素 8.05%,氯霉素 7.38%,多粘菌素 E6.52%,头孢西丁 3.38%,头孢他啶 2.68%,亚胺培南 1.36%。病人来源产肠毒素大肠埃希氏菌（ETEC）耐药情况见图 32。

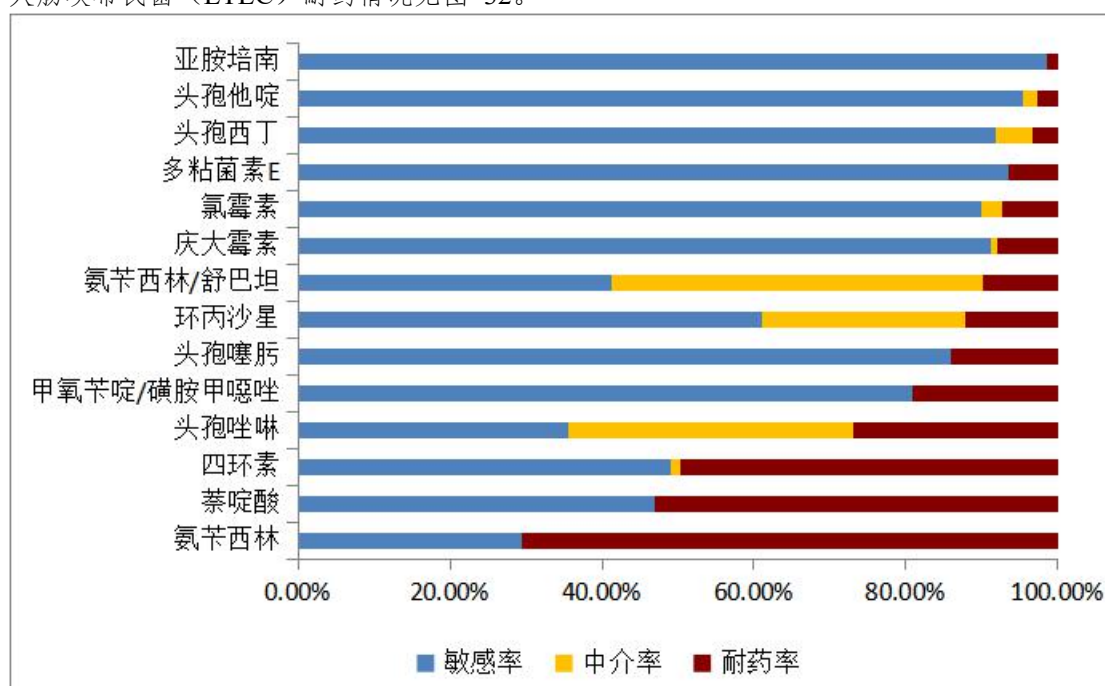


图 32 病人来源产肠毒素大肠埃希氏菌（ETEC）耐药情况

### 1.4 病人来源肠道致病性大肠埃希氏菌（EPEC）耐药情况

228 株病人来源的肠道致病性大肠埃希氏菌（EPEC），对氨苄西林的耐药率最高为

62.28%，其余依次为四环素 61.84%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 45.10%，萘啶酸 37.72%，头孢唑啉 31.14%，庆大霉素 30.70%，头孢噻肟 25.00%，氯霉素 21.05%，氨苄西林/舒巴坦 19.14%，环丙沙星 14.47%，头孢他啶 7.89%，多粘菌素 E7.77%，头孢西丁 6.58%，亚胺培南 1.79%。病人来源肠道致病性大肠埃希氏菌（EPEC）耐药情况见图 33。

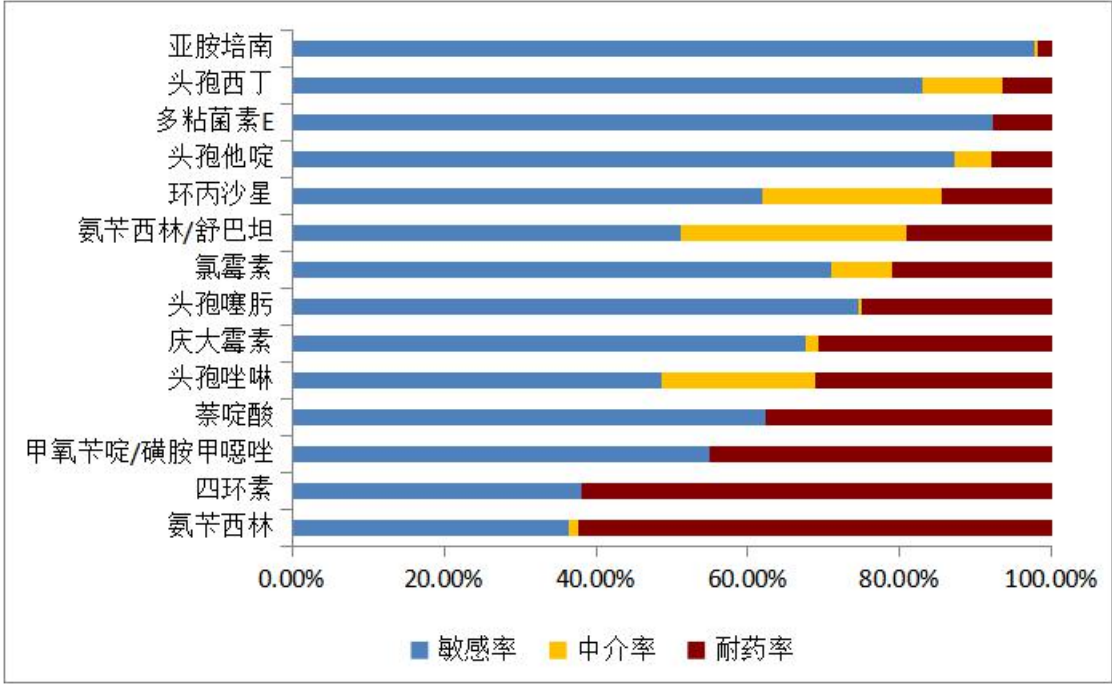


图 33 病人来源肠道致病性大肠埃希氏菌（EPEC）耐药情况

1.5 病人来源肠道侵袭性大肠埃希氏菌（EIEC）耐药情况

14 株病人来源的致肠道侵袭性大肠埃希氏菌（EIEC），对氨苄西林、萘啶酸和四环素的耐药率最高为 57.14%，其余依次为甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 50.00%，头孢唑啉 42.86%，头孢噻肟 35.71%，氨苄西林/舒巴坦 28.57%，氯霉素 28.57%，环丙沙星 28.57%，庆大霉素 28.57%，多粘菌素 E18.18%，头孢西丁 14.29%，亚胺培南 14.29%，无头孢他啶耐药。病人来源肠道侵袭性大肠埃希氏菌（EIEC）耐药情况见图 34。

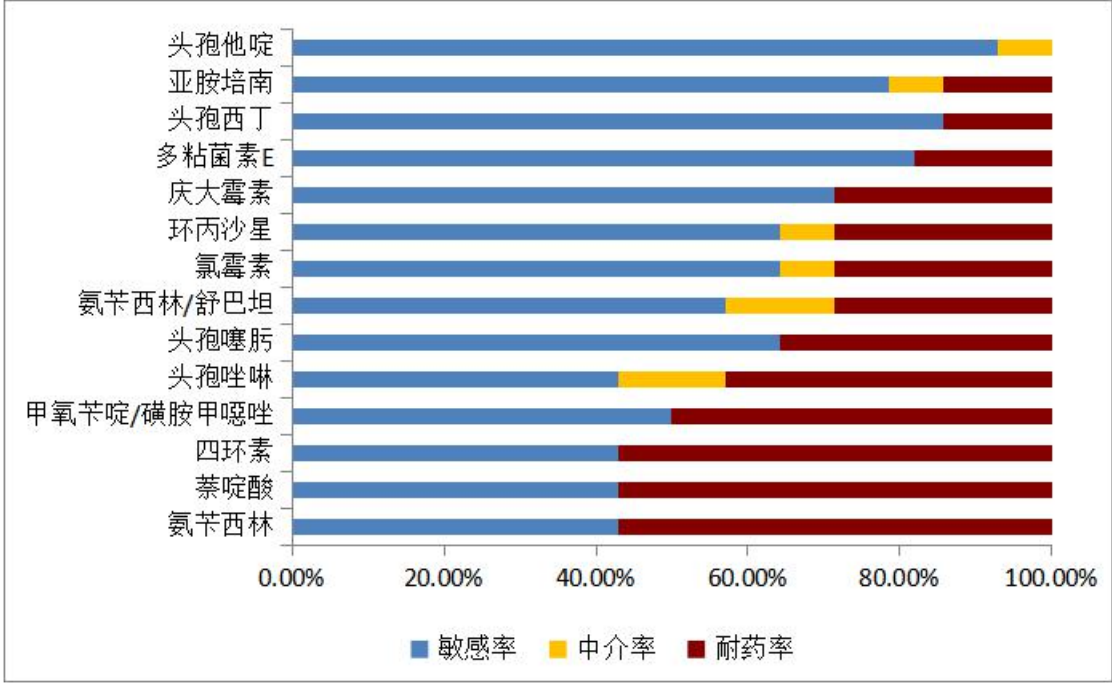


图 34 病人来源肠道侵袭性大肠埃希氏菌（EIEC）耐药情况

### 1.6 病人来源肠道出血性大肠埃希氏菌（EHEC）耐药情况

34 株病人来源的肠道出血性大肠埃希氏菌（EHEC），对氨苄西林的耐药率最高为 61.76%，其余依次为萘啶酸 58.82%，四环素 52.94%，环丙沙星 42.42%，庆大霉素 38.24%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 35.29%，头孢唑啉 35.29%，氨苄西林/舒巴坦 26.47%，头孢噻肟 17.65%，氯霉素 8.82%，头孢他啶 5.88%，亚胺培南 2.94%，无多粘菌素 E 和头孢西丁耐药。病人来源肠道出血性大肠埃希氏菌（EHEC）耐药情况见图 35。

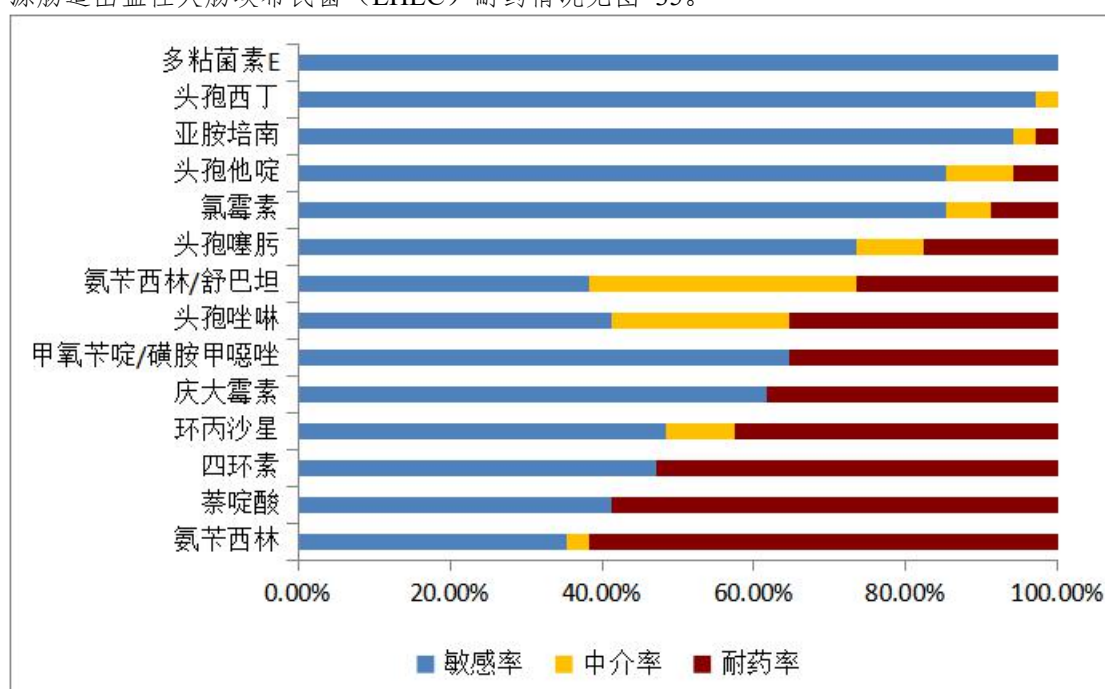


图 35 病人来源肠道出血性大肠埃希氏菌（EHEC）耐药情况

## 3. 食品来源致泻大肠埃希氏菌的耐药情况

### 1.1 食品来源致泻大肠埃希氏菌总体情况

监测的 14 种抗生素中，食品来源的致泻大肠埃希氏菌对四环素的耐药率最高为 85.03%，其余依次为氨苄西林 69.04%，氯霉素 61.42%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 53.06%，萘啶酸 51.28%，头孢唑啉 47.97%，环丙沙星 38.32%，头孢噻肟 35.28%，氨苄西林/舒巴坦 28.72%，庆大霉素 23.86%，多粘菌素 E 14.33%，头孢西丁 11.68%，头孢他啶 11.42%，亚胺培南 0.26%。食品来源的致泻大肠埃希氏菌耐药情况见图 36。

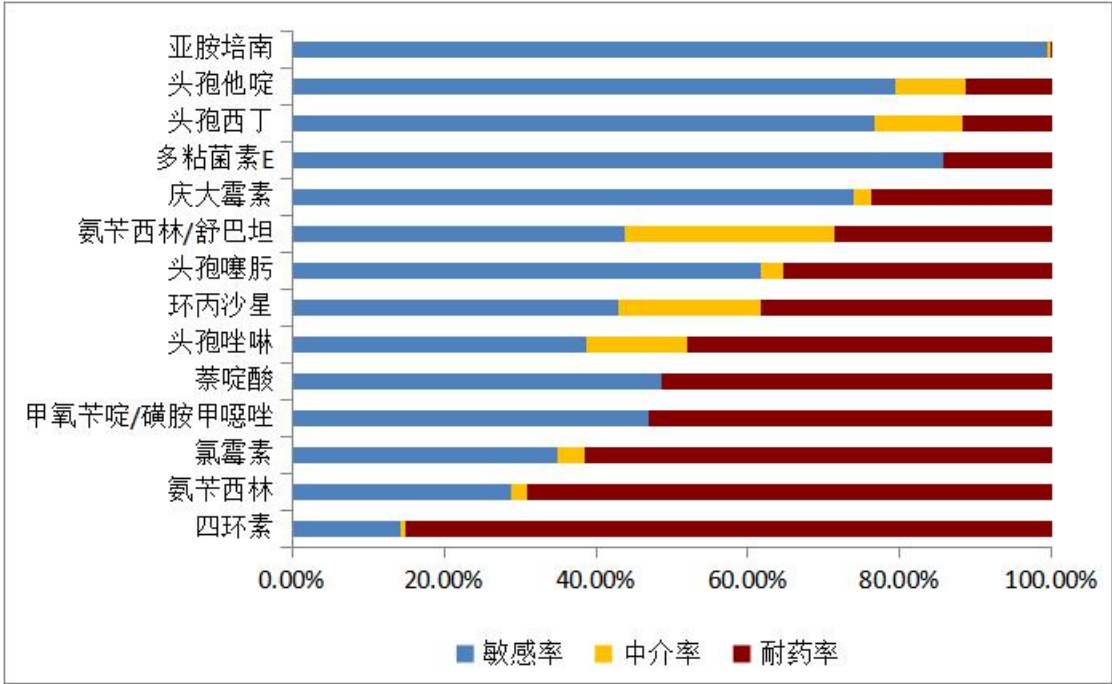


图 36 食品来源致泻大肠埃希氏菌总体耐药情况

耐受至少 1 种抗生素的菌株共 361 株，占 91.62%。其中，耐受 3 类及以上抗生素的多重耐药株为 289 株，多重耐药率为 73.35%，食品来源的致泻大肠埃希氏菌多重耐药情况见图 37。

食品来源致泻大肠埃希氏菌耐受抗生素类别数量见表 6。耐受 5 类及以上抗生素的菌株为 195 株，占多重耐药菌株的 67.47%。

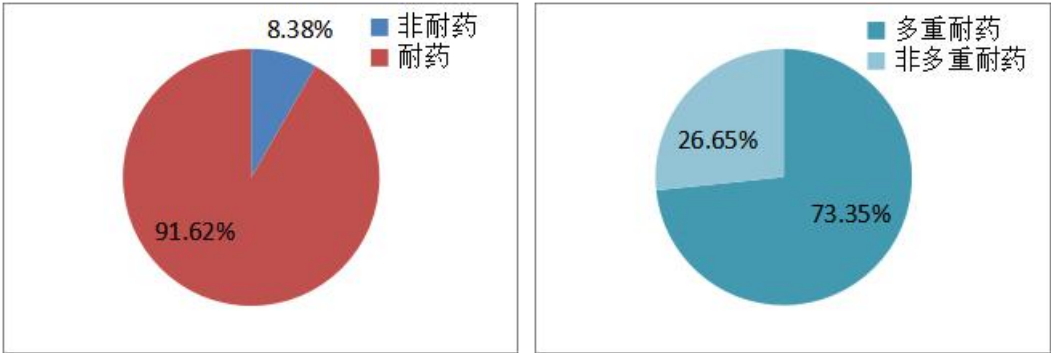


图 37 食品来源致泻大肠埃希氏菌多重耐药情况

表 6 食品来源致泻大肠埃希氏菌耐受抗生素类别数量

| 耐药谱型      | 菌株数量 | 构成比(%) |
|-----------|------|--------|
| 无耐药       | 33   | 8.38   |
| 耐药 1 类抗生素 | 37   | 9.39   |
| 耐药 2 类抗生素 | 35   | 8.88   |
| 耐药 3 类抗生素 | 58   | 14.72  |
| 耐药 4 类抗生素 | 36   | 9.14   |
| 耐药 5 类抗生素 | 32   | 8.12   |
| 耐药 6 类抗生素 | 62   | 15.74  |
| 耐药 7 类抗生素 | 56   | 14.21  |

|           |     |        |
|-----------|-----|--------|
| 耐药 8 类抗生素 | 39  | 9.90   |
| 耐药 9 类抗生素 | 6   | 1.52   |
| 合计        | 394 | 100.00 |

### 1.2 食品来源肠道集聚性大肠埃希氏菌（EAEC）耐药情况

35 株食品来源的肠道集聚性大肠埃希氏菌（EAEC），对四环素的耐药率最高为 91.43%，其余依次为氯霉素 80.00%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 77.14%，氨苄西林 74.29%，萘啶酸 74.29%，头孢唑啉 40.00%，头孢噻肟 37.14%，环丙沙星 37.14%，氨苄西林/舒巴坦 22.86%，庆大霉素 22.86%，头孢他啶 8.57%，多粘菌素 E3.33%，头孢西丁 2.86%，无亚胺培南耐药。食品来源肠道集聚性大肠埃希氏菌（EAEC）耐药情况见图 38。

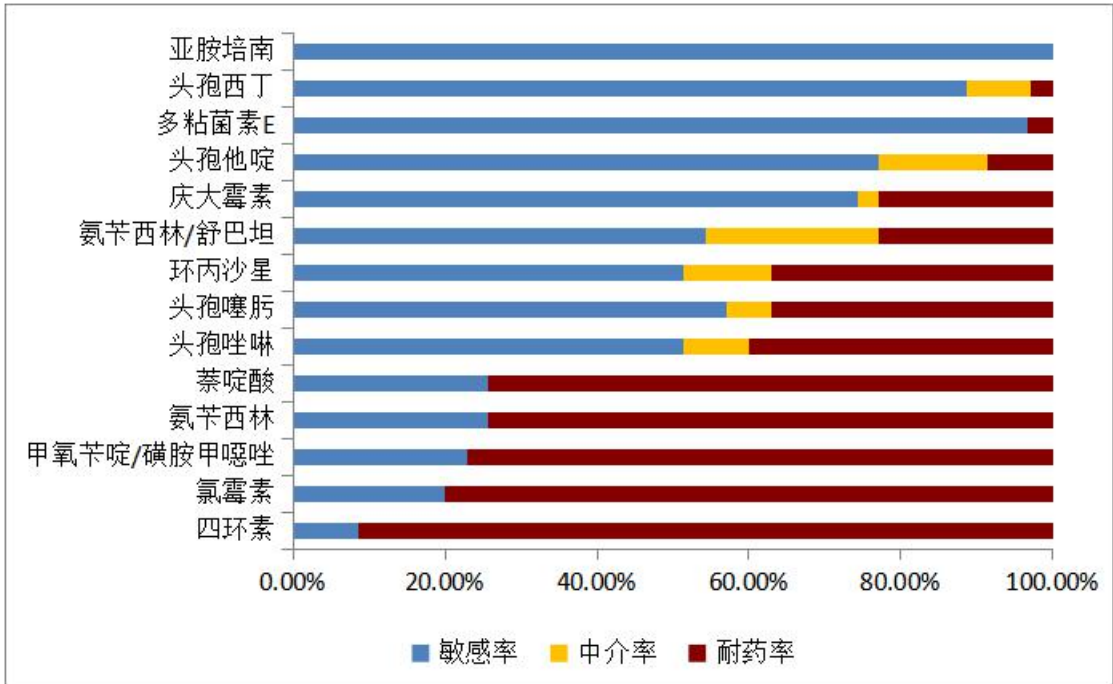


图 38 食品来源肠道集聚性大肠埃希氏菌（EAEC）耐药情况

## 4. 病人与食品来源的致泻大肠埃希氏菌耐药情况比较

### 1.1 病人与食品来源的致泻大肠埃希氏菌总体耐药情况比较

病人与食品来源的致泻大肠埃希氏菌对 14 种抗生素均有耐药菌株出现，其中，对氨苄西林、萘啶酸、四环素的耐药率均超过 50%，其中，病人来源菌株对氨苄西林的耐药率最高为 67.23%，食品来源菌株对四环素的耐药率最高为 85.03%。病人来源的致泻大肠埃希氏菌对亚胺培南、萘啶酸、庆大霉素的耐药率高于食品。食品来源的致泻大肠埃希氏菌对氨苄西林、头孢他啶、头孢西丁、头孢噻肟、甲氧苄啶/磺胺甲噁唑、多粘菌素 E、氨苄西林/舒巴坦、头孢唑啉、环丙沙星、四环素、氯霉素的耐药率高于病人。病人与食品来源致泻大肠埃希氏菌耐药情况比较见图 39，耐受抗生素类别数量的比较见表 8，病人来源致泻大肠埃希氏菌分离株的耐药率 and 多重耐药率低于食品分离株。

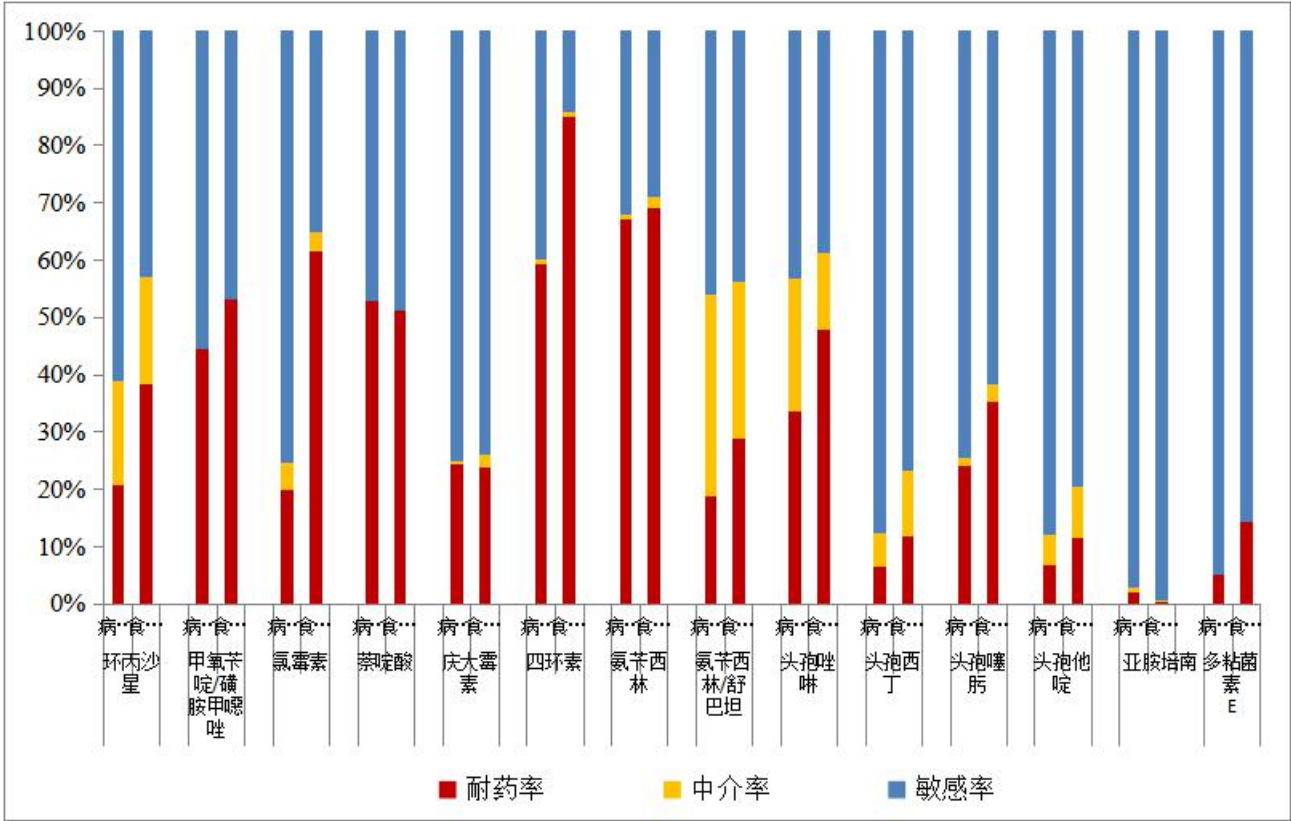


图 39 病人与食品来源的致泻大肠埃希氏菌总体耐药情况比较

表 7 病人与食品来源的致泻大肠埃希氏菌耐药率比较

| 抗生素        | 病人耐药率(%) | 食品耐药率(%) | 耐药率差值(%) |
|------------|----------|----------|----------|
| 环丙沙星       | 20.80    | 38.32    | -11.45   |
| 甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 | 44.38    | 53.06    | 0.86     |
| 氯霉素        | 19.96    | 61.42    | 0.67     |
| 萘啶酸        | 53.00    | 51.28    | -12.22   |
| 庆大霉素       | 24.26    | 23.86    | -10.18   |
| 四环素        | 59.34    | 85.03    | 4.26     |
| 氨苄西林       | 67.23    | 69.04    | 22.50    |
| 氨苄西林/舒巴坦   | 18.81    | 28.72    | 11.06    |
| 头孢唑啉       | 33.51    | 47.97    | -1.16    |
| 头孢西丁       | 6.62     | 11.68    | 1.74     |
| 头孢噻肟       | 23.99    | 35.28    | -8.71    |
| 头孢他啶       | 6.73     | 11.42    | -6.25    |
| 亚胺培南       | 2.05     | 0.26     | -1.26    |
| 多粘菌素 E     | 5.21     | 14.33    | -1.84    |
| 耐药率        | 87.61    | 91.62    | 2.71     |
| 多重耐药率      | 58.40    | 73.35    | 13.72    |

表 8 病人和食品来源致泻大肠埃希氏菌耐受抗生素类别数量比较

| 耐药谱型 | 病人来源 | 食品来源 |
|------|------|------|
|------|------|------|

|            | 菌株数量 | 构成比(%) | 菌株数量 | 构成比(%) |
|------------|------|--------|------|--------|
| 无耐药        | 118  | 12.39  | 33   | 8.38   |
| 耐药 1 类抗生素  | 116  | 12.18  | 37   | 9.39   |
| 耐药 2 类抗生素  | 162  | 17.02  | 35   | 8.88   |
| 耐药 3 类抗生素  | 159  | 16.70  | 58   | 14.72  |
| 耐药 4 类抗生素  | 113  | 11.87  | 36   | 9.14   |
| 耐药 5 类抗生素  | 110  | 11.55  | 32   | 8.12   |
| 耐药 6 类抗生素  | 88   | 9.24   | 62   | 15.74  |
| 耐药 7 类抗生素  | 48   | 5.04   | 56   | 14.21  |
| 耐药 8 类抗生素  | 33   | 3.47   | 39   | 9.90   |
| 耐药 9 类抗生素  | 3    | 0.32   | 6    | 1.52   |
| 耐药 10 类抗生素 | 2    | 0.21   | 0    | 0.00   |

1.2 病人与食品来源肠道集聚性大肠埃希氏菌（EAEC）耐药情况比较

病人与食品来源的肠道集聚性大肠埃希氏菌（EAEC）对氨苄西林、萘啶酸、甲氧苄啶/磺胺甲噁唑、四环素的耐药率均超过 50%。病人来源的肠道集聚性大肠埃希氏菌（EAEC）致泻大肠埃希氏菌对头孢西丁、庆大霉素、多粘菌素 E、亚胺培南的耐药率均高于食品。食品来源的菌株对头孢他啶、氨苄西林/舒巴坦、头孢唑啉、氨苄西林、头孢噻肟、环丙沙星、萘啶酸、甲氧苄啶/磺胺甲噁唑、四环素、氯霉素的耐药率高于病人。肠道集聚性大肠埃希氏菌（EAEC）的耐药情况比较见图 40。

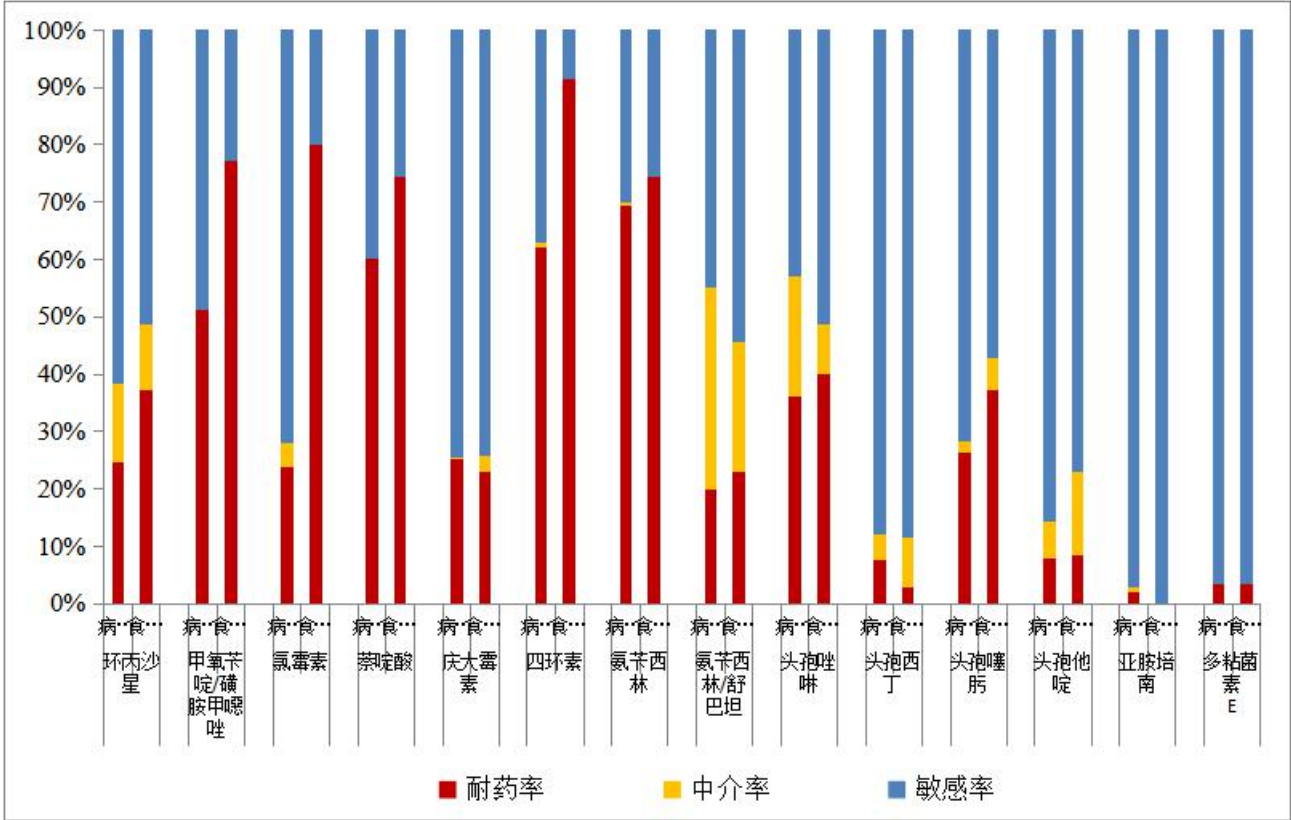


图 40 病人与食品来源的肠道集聚性大肠埃希氏菌（EAEC）耐药情况比较

## 5. 结果分析

我国病人来源的致泻大肠埃希氏菌分离株对监测的 14 种抗生素氨苄西林、氨苄西林/舒巴坦、四环素、甲氧苄啶/磺胺甲噁唑、萘啶酸、氯霉素、环丙沙星、庆大霉素、头孢西丁、头孢唑啉、头孢噻肟、头孢他啶、亚胺培南以及多粘菌素 E 均有耐药，其中，对多粘菌素 E 的耐药率为 5.21%。我国病人来源的致泻大肠埃希氏菌分离株的耐药性高于美国 NARMS。2015 年美国 NARMS 数据显示大肠埃希氏菌 O157 病人分离株对氨苄西林的耐药率为 6.6%，四环素 9.9%，甲氧苄啶/磺胺甲噁唑 0.6%，萘啶酸 5.0%，氯霉素 3.9%，环丙沙星 0.0%，庆大霉素 1.1%，头孢西丁 1.1%。对一代头孢类抗生素（头孢唑啉）的耐药率高于三代头孢类（头孢噻肟和头孢他啶）和头霉素类（头孢西丁）。本次监测还发现了 2.05% 的病人来源菌株为耐受亚胺培南的超级耐药致泻大肠埃希氏菌，亚胺培南的耐药以前常见于铜绿假单胞菌或鲍曼不动杆菌，但少见于肠杆菌科，且耐亚胺培南菌株也大多表现为多重耐药。

病人来源致泻大肠埃希氏菌对监测的 14 种抗生素的整体耐药率为 87.61%，多重耐药率为 58.40%，耐药率以及多重耐药率均高于美国。2015 年美国 NARMS 的数据，病人来源的大肠埃希氏菌 O157 总耐药率为 22.7%，多重耐药率为 8.3%。

食品来源的致泻大肠埃希氏菌耐药率为 91.62%，多重耐药率为 73.35%，高于病人来源致泻大肠埃希氏菌分离株的耐药率和多重耐药率。病人来源菌株对氨苄西林的耐药率最高为 67.23%，食品来源菌株对四环素的耐药率最高为 85.03%。病人来源的致泻大肠埃希氏菌对亚胺培南、萘啶酸、庆大霉素的耐药率高于食品。食品来源的致泻大肠埃希氏菌对氨苄西林、头孢他啶、头孢西丁、头孢噻肟、甲氧苄啶/磺胺甲噁唑、多粘菌素 E、氨苄西林/舒巴坦、头孢唑啉、环丙沙星、四环素、氯霉素的耐药率高于病人。

在抗生素的选择性压力下，耐药菌株不断出现，特别是多重耐药性菌株，这已成为严重的公共卫生问题。由于细菌耐药性的产生非常复杂，同一种耐药表型往往由一种以上耐药基因控制，这些耐药基因可以以整合子或质粒等形式在菌株之间传递，这就导致没有面临抗生素选择性压力的菌株也会产生耐药。

监测结果提示，我国病人和食品来源致泻大肠埃希氏菌耐药严重，对三代头孢、亚胺培南和多粘菌素 E 等多种重要临床治疗用抗生素耐药株的出现应引起足够重视，应加强分子流行病学特征研究，掌握耐药性产生机制和耐药基因传播规律，开展耐药性风险评估，制定临床治疗和养殖业抗生素应用的综合管理措施，从根本上控制耐药性的产生和传播。