DOI:10.12138/j.issn.1671－9638.20264598

·论著·

青海省东部 2 市健康住宿中学生脑膜炎奈瑟菌携带状态及影响因素分析

刘彩萍[1],巴文生[2],朱向路[1],马斌忠[2],马艳梅[1],司雅婧[3]
(1.青海省疾病预防控制中心免疫规划所免疫与监测一科,青海 西宁 810021;2.青海省疾病预防控制中心免疫规划所,青海 西宁 810021;3.青海大学医学院公共卫生系,青海 西宁 810001)

[摘 要] **目的** 了解青海省东部 2 市健康住宿中学生脑膜炎奈瑟菌(*Nm*)携带现状及影响因素,为流行性脑脊髓膜炎(流脑)防控提供科学依据。**方法** 采用多阶段整群随机抽样方法选择青海省东部 2 市健康住宿中学生采集咽拭子分离培养鉴定 *Nm*,收集学生相关信息,分析其影响因素。**结果** 共调查 476 名健康住宿中学生,分离培养菌株 82 株,携带率为 17.23%;其中不可分群、X 群、B 群、Y 群、W 群分别占 40.24%、30.49%、15.85%、8.54%、4.88%。Logistic 回归分析结果显示:宿舍每日清理垃圾(*OR* = 0.281,95%*CI*:0.115～0.683)为 *Nm* 携带的保护因素;而男生(*OR* = 2.586,95%*CI*:1.498～4.436)、高中生(*OR* = 2.417,95%*CI*:1.384～4.218)、家庭常住人口数≥7 人(*OR* = 4.266,95%*CI*:1.391～13.088)、宿舍人数≥8 人(*OR* = 3.107,95%*CI*:1.329～7.263)则为危险因素(均 *P*<0.05)。**结论** 青海省东部 2 市健康住宿中学生 *Nm* 携带率较高,血清群呈现多元性;需重点关注男生、高中生、家庭和宿舍高密度居住人群;建议加强 *Nm* 携带及血清群分布状况动态监测,及时调整疫苗免疫策略。

[关 键 词] 流行性脑脊髓膜炎;脑膜炎奈瑟菌;健康住宿中学生;携带率;影响因素
[中图分类号] R181.3+2

Analysis of *Neisseria meningitidis* carriage status and influencing factors among healthy boarding secondary school students in two cities in eastern Qinghai Province

Liu Caiping[1], *Ba Wensheng*[2], *Zhu Xianglu*[1], *Ma Binzhong*[2], *Ma Yanmei*[1], *Si Yajing*[3]
(1. *Section I of Immunology and Surveillance, Immunization Planning Institute, Qinghai Provincial Center for Disease Control and Prevention, Xining* 810021, *China*; 2. *Immunization Planning Institute, Qinghai Provincial Center for Disease Control and Prevention, Xining* 810021, *China*; 3. *Department of Public Health, Medical College of Qinghai University, Xining* 810001, *China*)

[**Abstract**] **Objective** To investigate the carriage status and influencing factors of *Neisseria meningitidis* (*Nm*) among healthy boarding secondary school students in two cities of eastern Qinghai Province, and to provide a scientific basis for the prevention and control of epidemic cerebrospinal meningitis. **Methods** A multistage cluster random sampling method was used to select healthy boarding secondary school students in two cities in eastern Qinghai Province. Pharyngeal swabs were collected for the isolation, culture and identification of *Nm*. Students' relevant information was collected, and factors influencing *Nm* carriage were analyzed. **Results** A total of 476 healthy boarding secondary students were surveyed, and 82 isolates were cultured, yielding a carriage rate of 17.23%. Among these isolates, non-groupable isolates and serogroups X, B, Y and W accounted for 40.24%, 30.49%, 15.85%, 8.54% and 4.88%, respectively. Logistic regression analysis revealed that daily garbage removal from

[收稿日期] 2026－05－29
[基金项目] 青海省"昆仑英才·高原名医"项目〔青卫健办(2023)95 号〕
[作者简介] 刘彩萍(1995－),女(汉族),青海省西宁市人,公共卫生医师,主要从事传染性疾病监测工作。
[通信作者] 马斌忠　E-mail:qhxnmbz@126.com

dormitories (*OR* = 0.281, 95%*CI*: 0.115 - 0.683) was a protective factor against *Nm* carriage, whereas being male (*OR* = 2.586, 95%*CI*: 1.498 - 4.436), being a senior high school student (*OR* = 2.417, 95%*CI*: 1.384 - 4.218), having a household size of ≥7 persons (*OR* = 4.266, 95%*CI*: 1.391 - 13.088), and having a dormitory occupancy of ≥8 persons (*OR* = 3.107, 95%*CI*: 1.329 - 7.263) were risk factors (all $P<0.05$). **Conclusion** The *Nm* carriage rate among healthy boarding secondary school students in two cities of eastern Qinghai Province was relatively high, with a diverse serogroup distribution. Attention should be paid to male students, senior high school students, and students living in high-density households and dormitories. It is suggested to strengthen the surveillance of *Nm* carriage and serogroup distribution to facilitate timely adjustments of vaccination strategies.

[**Key words**] epidemic cerebrospinal meningitis; *Neisseria meningitidis*; healthy boarding secondary school students; carriage rate; influencing factors

流行性脑脊髓膜炎(流脑)是由脑膜炎奈瑟菌(*Neisseria meningitidis*, *Nm*)通过呼吸道传播引起的化脓性脑脊髓膜炎,具有传染性强、隐性感染多、病死率高的特点;在全球范围呈现散发、流行甚至大范围的暴发流行[1]。人是 *Nm* 唯一的天然宿主,健康人群 *Nm* 携带者和流脑患者是主要传染源[2]。*Nm* 根据其荚膜多糖抗原可分为 13 个血清群,其中 A、B、C、Y、W 和 X 血清群菌株是引起流脑的主要致病菌[3]。研究[4]报道,2021 年 9 月全球监测的 63 种疾病中,流脑病死率位居第五,死亡病例数位居第四。国内研究表明,流脑人均总经济负担高达 73 360.87 元/例,相当于年人均工资的 122.96%[5],对患者、家庭及社会造成极大的经济负担。世界卫生组织(WHO)提出,到 2030 年全球要消除细菌性脑膜炎流行,大幅减少死亡病例并改善患者生活质量[6-7]。青少年是 *Nm* 的主要携带人群,亦是我国流脑的高发人群[8]。中学生因其学习与居住环境高度密集、接触频繁,传播风险显著增加[9]。既往青海省 *Nm* 携带状况的监测较为有限,2007 年[10]、2014 年[11]的健康人群监测数据显示主要血清群为 A 群、Y 群及 29E 群;2023 年[12]主要血清群为 B 群、C 群、Y 群,血清群分布可能发生变迁。因此本研究旨在了解青海省东部健康住宿中学生 *Nm* 携带现况,分析血清群分布特征及影响因素,为流脑防控提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 采用多阶段整群随机抽样方法[13],根据横断面调查样本量计算公式 $n=[Z^2P(1-P)/d^2]\times Deff$,取预期 *Nm* 携带率 10%,检验水准 $\alpha=0.05$($Z=1.96$),容许误差 $d=3.5\%$,设计效应 $Deff=1.5$,计算获得样本量 $n=423$ 人,按 10%的无应答率在理论样本量基础上增加 10%,扩大样本量至 466 人,实际调查共发放问卷 476 份,收集有效问卷 476 份。于 2025 年 10 月从占青海省总人口 70%的东部 2 个市中随机抽取 5 个县(区);每个县(区)随机抽取初、高中学校各 1 所,随机抽取 20%住宿学生作为样本来源。纳入标准:(1)初一至高三在读且住宿时间大于 1 个月的学生;(2)既往无流脑病史且近 1 个月未使用抗菌药物;(3)学生本人及法定监护人知情同意并签署知情同意书。排除标准:(1)确诊或可疑免疫系统功能损伤,或有先天性或获得性免疫缺陷;(2)近 1 个月内有急性呼吸道感染、脑膜炎或皮肤有瘀斑、瘀点症状者;(3)近 3 个月内与流脑患者有过密切接触者;(4)拒绝调查者。共纳入学生 476 人,其中西宁市 157 人,海东市 319 人;大通回族土族自治县(大通县)71 人,湟中区 86 人,乐都区 85 人,化隆回族自治县(化隆县)97 人,循化撒拉族自治县(循化县)137 人;男生 250 人,女生 226 人,男女比为 1.11∶1;城镇 257 人,农村 219 人;初中生 192 人,高中生 284 人。本研究经青海省疾病预防控制中心研究伦理委员会批准(批准编号为 2025007)。所有调查对象均签署了知情同意书。

1.2 调查内容 由专业调查员面对面收集信息。主要收集研究对象性别、户籍、年级、家庭常住人口数、宿舍人数、宿舍垃圾清理频次、宿舍定期消毒频次、近 1 个月佩戴口罩频率、每周运动次数、近 1 个月抗菌药物使用情况、是否出现流脑相关临床表现、近 3 个月内与流脑患者密切接触情况等信息。

1.3 *Nm* 鉴定 采用一次性无菌拭子现场采集住宿学生悬雍垂及双侧扁桃体表面分泌物,置于 37 ℃采样箱保温转运至实验室,现场采集的咽拭子洗脱液进行了分装。研究将洗脱液接种于巧克力双抗琼脂平板培养基(科玛嘉微生物技术有限公司,上海);于 35～37 ℃、5% CO_2 培养 24～72 h,挑取疑似 *Nm*(呈露滴状、灰白色、光滑湿润)菌落进行转种、质谱鉴定和 VITEK 2 生化鉴定。对分离的 *Nm* 菌

株，采用兔抗脑膜炎球菌诊断血清试剂（含 A、B、C、W、X、Y、D、Z、L、H、I、K 共 12 个血清群及多价血清；中创汇科生物科技有限公司，青岛）以玻片凝集法进行血清群鉴定。血清不可分群（serogroup nongroupable，NG）定义：与试剂盒所含全部分群血清均不凝集，或与多种血清交叉凝集无法归入单一血清群，或盐水对照自凝导致无法判读。该定义基于本研究所用试剂盒的 12 个血清群范围，不排除试剂盒未覆盖的 29E 群等极少数血清群。所有实验均按产品说明书操作。

1.4 质量控制 现场调查质控：严格遵守纳入排除标准，随机抽取住宿学生作为样本来源，确保样本具有代表性；所有采样员、调查员均经过严格的培训和考核，调查前开展小范围预调查。调查内容由专业调查员面对面收集。实验室质控：采用同一厂家生产的巧克力双抗琼脂平板培养基，每批次培养基经实验室验收后均进行质量验证。以实验室分离保存的 *Nm* 作为质控菌株，验证其生长良好，确保培养基营养及 X/V 因子合格；以金黄色葡萄球菌（ATCC 6538）验证万古霉素抑菌效果，不生长；以大肠埃希菌（ATCC 25922）验证多黏菌素 B 抑菌效果，不生长。实验过程同步设立不接种标本的阴性对照，以排除培养基及操作过程污染。

1.5 统计学分析 应用 EpiData 3.1 建立数据库，实施双份平行录入校验并整理数据。应用 SPSS 24.0 软件进行统计学分析，采用例数、百分比进行描述性分析，*Nm* 携带率 =（*Nm* 细菌培养阳性数/总调查人数）×100%，采用 χ^2 检验或 Fisher 检验进行组间比较，Logistic 回归分析影响因素，检验水准 $\alpha = 0.05$（双侧），$P \leqslant 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 *Nm* 培养情况 采集 476 份标本，分离培养阳性菌株 82 株，*Nm* 总携带率为 17.23%；其中循化县 *Nm* 携带率（34.31%）最高，男生（22.40%）高于女生（11.50%），高中生（20.77%）高于初中生（11.98%），家庭常住人口数和宿舍人数越多、宿舍垃圾清理频次越低，*Nm* 携带率越高；不同市、县（区）、性别、年级、家庭常住人口数、宿舍人数、宿舍垃圾清理频次和定期消毒频次组间住宿中学生 *Nm* 携带率比较，差异均有统计学意义（均 $P < 0.05$）。海东市各县（区）间两两比较，化隆县与循化县之间差异无统计学意义（$P = 0.293$）。见表 1。

表 1 2025 年青海省东部地区健康住宿中学生 *Nm* 携带率影响因素分析

Table 1 Analysis of factors influencing the *Nm* carriage rate among healthy boarding secondary school students in eastern Qinghai Province, 2025

变量	调查人数	总人数占比（%）	阳性人数	*Nm* 携带率（%）	χ^2	*P*
地区						
西宁市	157	32.98	5	3.18	2.59	0.108*
大通县	71	14.91	0	0		
湟中区	86	18.07	5	5.81		
海东市	319	67.02	77	24.14	28.17	<0.001
乐都区	85	17.86	3	3.53		
化隆县	97	20.38	27	27.84		
循化县	137	28.78	47	34.31		
性别					9.88	0.002
男	250	52.52	56	22.40		
女	226	47.48	26	11.50		
户籍					0.64	0.425
城镇	257	53.99	41	15.95		
农村	219	46.01	41	18.72		
年级					6.22	0.013
初中生	192	40.34	23	11.98		
高中生	284	59.66	59	20.77		

续表 1　(Table 1, Continued)

变量	调查人数	总人数占比(%)	阳性人数	*Nm* 携带率(%)	χ^2	*P*
家庭常住人口数(人)					6.56	0.038
≤3	62	13.03	6	9.68		
4～6	364	76.47	62	17.03		
≥7	50	10.50	14	28.00		
宿舍人数(人)					6.95	0.008
≤7	90	18.91	7	7.78		
≥8	386	81.09	75	19.43		
宿舍垃圾清理频次					6.47	0.011*
每日	449	94.33	72	16.04		
2～3 d/次	27	5.67	10	37.04		
宿舍定期消毒频次					10.20	0.006
从未	76	15.97	21	27.63		
每周	335	70.38	46	13.73		
每月	65	13.66	15	23.08		
近 1 个月佩戴口罩频率					5.14	0.076
从不	154	32.35	33	21.43		
经常	34	7.14	2	5.88		
偶尔	288	60.51	47	16.32		
每周运动次数(次)					0.19	0.943
<1	3	0.63	0	0		
1～3	170	35.71	30	17.65		
>3	303	63.65	52	17.16		

注：* 为采用校正卡方检验。

2.2　*Nm* 血清群分布特征　82 株 *Nm* 中，不可分群占 40.24%，X 群占 30.49%，B 群占 15.85%，Y 群占 8.54%，W 群占 4.88%，未检出 A 群和 C 群。不同市、县(区)*Nm* 血清群分布见表 2。

表 2　2025 年青海省东部健康住宿中学生 *Nm* 阳性菌株血清群分布

Table 2　Serogroup distribution of *Nm*-positive isolates among healthy boarding secondary school students in eastern Qinghai Province, 2025

变量	调查人数	阳性人数	B 群[株(%)]	W 群[株(%)]	X 群[株(%)]	Y 群[株(%)]	不可分群[株(%)]
西宁市	157	5	0(0)	0(0)	0(0)	1(20.00)	4(80.00)
大通县	71	0	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
湟中区	86	5	0(0)	0(0)	0(0)	1(20.00)	4(80.00)
海东市	319	77	13(16.88)	4(5.19)	25(32.47)	6(7.79)	29(37.66)
乐都区	85	3	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	3(100)
化隆县	97	27	4(14.81)	2(7.41)	0(0)	2(7.41)	19(70.37)
循化县	137	47	9(19.15)	2(4.26)	25(53.19)	4(8.51)	7(14.89)
合计	476	82	13(15.85)	4(4.88)	25(30.49)	7(8.54)	33(40.24)

注：各血清群构成比以该地区阳性菌株数为分母。

2.3　*Nm* 携带多因素 Logistic 回归分析　以是否培养出 *Nm* 为因变量，以单因素分析中有统计学意义的变量为自变量，纳入 Logistic 回归模型。结果显示，宿舍每日清理垃圾(*OR* = 0.281，95% *CI*：

0.115～0.683）为 *Nm* 携带的保护因素；男生（*OR* = 2.586，95%*CI*：1.498～4.436）、高中生（*OR* = 2.417，95%*CI*：1.384～4.218）、家庭常住人口数≥7 人（*OR* = 4.266，95%*CI*：1.391～13.088）、宿舍人数≥8 人（*OR* = 3.107，95%*CI*：1.329～7.263）为 *Nm* 携带的危险因素（均 *P*<0.05），见表 3、4。

表 3 多因素 Logistic 回归分析变量赋值表

Table 3 Variable assignment table for multivariate Logistic regression analysis

变量名称	赋值	参照组
Nm 培养	阴性 = 0，阳性 = 1	否
性别	女 = 1，男 = 2	女
年级	初中 = 1，高中 = 2	初中
家庭常住人口数（以哑变量纳入）	≤3 人 = 1，4～6 人 = 2，≥7 人 = 3	≤3 人
宿舍人数	≤7 人 = 1，≥8 人 = 2	≤7 人
宿舍垃圾清理频次	2～3 d/次 = 1，每日 = 2	2～3 d/次
宿舍消毒频次（以哑变量纳入）	从未 = 1，每周 = 2，每月 = 3	从未

表 4 2025 年青海省东部地区健康住宿中学生 *Nm* 携带多因素回归分析

Table 4 Multivariate Logistic regression analysis of *Nm* carriage among healthy boarding secondary school students in eastern Qinghai Province, 2025

变量	β	S_b	Wald χ^2	*P*	*OR*（95%*CI*）
性别					
女					1.000
男	0.950	0.279	11.631	0.001	2.586（1.498～4.436）
年级					
初中生					1.000
高中生	0.882	0.284	9.639	0.002	2.417（1.384～4.218）
家庭常住人口数（人）					
≤3					1.000
4～6	0.792	0.477	2.759	0.097	2.207（0.867～5.619）
≥7	1.451	0.572	6.433	0.011	4.266（1.391～13.088）
宿舍人数（人）					
≤7					1.000
≥8	1.134	0.433	6.842	0.009	3.107（1.329～7.263）
宿舍垃圾清理频次					
2～3 d/次					1.000
每日	−1.271	0.454	7.835	0.005	0.281（0.115～0.683）
宿舍消毒频次					
从未					1.000
每周	−0.601	0.321	3.511	0.061	0.548（0.293～1.028）
每月	−0.289	0.421	0.470	0.493	0.749（0.328～1.710）

3 讨论

健康人群 *Nm* 携带状况与流脑流行密切相关[14]，流行期间人群携带率高达 25%～50%[2]。本研究发现青海省东部 *Nm* 总携带率为 17.23%，其中西宁市为 3.18%，海东市为 24.14%，高于全国（2.86%）和西北地区（4.48%）[15]；海东市 *Nm* 携带

率远高于周围省份相近年龄段人群如宁夏回族自治区[16-17] 14—19 岁(5.21%～6.85%)、陕西省[18] 15—24 岁(13.45%);低于新疆[19] 16—20 岁人群(33.33%)和随州市 15—19 岁住宿学生(33.48%)[20]。各地区 *Nm* 携带率存在差异,湟中区(5.81%)、乐都区(3.53%)较低,而化隆县(27.83%)、循化县(34.31%)携带率达到流行期间人群携带率,提示 *Nm* 在当地健康学生群体中携带水平较高,应加强监测及防控。

研究表明流脑病例[21]致病血清群和健康人群[22]携带血清群逐渐向 B 群和不可分群演变。本研究检出的血清群中,不可分群(40.24%)和 X 群(30.49%)最多,为优势血清群,未检出 A 群和 C 群。结合免疫规划背景分析,未检出 A 群和 C 群可能与 A 群、A 群 C 群脑膜炎球菌多糖疫苗广泛接种后流脑发病下降,人群对上述血清群的传播和感染减少有关。与青海省历史监测数据[10-11](主要为 A 群、B 群、C 群、Y 群、29E 群)比较,提示当前血清群可能发生变迁。X 血清群仅局限于循化县,乐都区均为不可分群,化隆县检出多种血清群,提示 *Nm* 血清群分布的区域差异和复杂性。X 群历来在非洲"脑膜炎地带"常见,国内较少见[23]。本研究在循化县检出 X 群占比高达 53.19%,既往研究提示,人口流动和大型集会可能促进 *Nm* 传播[24],但本研究未采集学生出行史、集会暴露史及接触史,其形成原因尚需结合人口流动、接触史及分子流行病学资料进一步研究。目前国内无获批的 B 群、X 群疫苗[25],ACYW 群疫苗作为非免疫规划疫苗,其接种覆盖率相对有限[26]。建议持续开展 *Nm* 血清群监测,揭示并动态掌握血清群变迁规律;研发多联多价疫苗,为免疫策略调整提供科学依据。

目前中国 *Nm* 血清群呈多元化流行特点[27]。本研究发现 *Nm* 携带率在不同人群中存在差异:男生(22.40%)高于女生(11.50%),高中生(20.77%)高于初中生(11.98%);家庭和宿舍居住人数越多、宿舍垃圾清理频次越低,*Nm* 携带率越高。Logistic 回归分析发现男性相对女性的调整后 *OR* 为 2.586,与诺丁汉大学[28]关于男性为危险因素的研究结果一致,可能与男生社交活跃、卫生习惯较差导致暴露风险增大,以及女生雌激素对脑膜炎奈瑟菌感染具有抑制作用有关[29]。高中生相对初中生的调整后 *OR* 为 2.417,该差异可能与疫苗接种时间较长、保护效果减弱有关[30],需队列研究或免疫学纵向监测进一步证实。国外研究[31]证实,家庭规模、拥挤的生活条件是 *Nm* 携带的危险因素。本研究发现家庭和宿舍居住人口密度越高,*Nm* 携带率越高,与随州市[14]中学生的研究结论一致。建议学校重点关注高中生及住宿生,视条件缩减宿舍居住人数,并加强教室、宿舍卫生管理,严格落实传染病防控措施。

本研究局限性:第一,采用多阶段整群随机抽样虽然便于实施,但导致不同地区、学校住宿学生样本量分布不均,可能增大抽样误差。第二,作为横断面调查,本研究仅能反映特定时间 *Nm* 携带的现状和影响因素,无法推断 *Nm* 携带与危险因素之间的因果关系。

综上所述,青海省东部地区健康住宿中学生 *Nm* 携带率较高,血清群呈多元性且发生变迁;住宿学生 *Nm* 携带状况在不同地区、性别、年级、家庭和宿舍人员密集程度、宿舍环境卫生等方面存在组间差异。目前我国尚无针对 X 群、B 群的疫苗,现有疫苗免疫策略也不能覆盖全部流行血清群。因此,未来应加强学校重点人群 *Nm* 携带状况及血清群分布监测,研发覆盖更多流行血清群的多联多价疫苗,为重点人群有效预防控制 *Nm* 传播、制定和调整疫苗免疫策略提供循证支持。

作者贡献声明:刘彩萍负责实施研究、采集数据、分析/解释数据、统计分析、论文起草撰写;马斌忠负责设计实验、知识性审阅、行政/技术/材料支持、获取经费及指导;巴文生、朱向路为知识性审阅、行政/技术/材料支持、获取经费及指导;马艳梅、司雅婧为采集数据、知识性审阅。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

[1] 权敏,毕红霞,吕晓菊.《流行性脑脊髓膜炎诊疗方案(2023年版)》解读[J].中国抗生素杂志,2024,49(7):721-728. Quan Min, Bi Hongxia, Lü Xiaoju. Interpretation of diagnosis and treatment plan for epidemic cerebrospinal meningitis (2023 edition)[J]. Chinese Journal of Antibiotics, 2024, 49(7): 721-728.

[2] 中华预防医学会.中国脑膜炎球菌疫苗预防接种专家共识(2023年版)[J].中国预防医学杂志,2023,24(2):81-92. Chinese Preventive Medicine Association. Expert consensus on immunization with meningococcal vaccines in China (2023 version)[J]. Chinese Preventive Medicine, 2023, 24(2): 81-92.

[3] Azure S, Abdul-Karim A, Abubakari B B, et al. Trends in

Neisseria meningitidis serogroups amongst patients with suspected cerebrospinal meningitis in the meningitis belt of Ghana: a 5-year retrospective study[J]. BMC Infect Dis, 2023, 23(1): 202.

[4] 韩辉，伍波，贾娇娇，等. 2021 年 9 月全球传染病疫情概要[J]. 疾病监测，2021，36(10)：978－980.
Han Hui, Wu Bo, Jia Jiaojiao, et al. Summary of global surveillance data of infectious diseases in September 2021[J]. Disease Surveillance, 2021, 36(10): 978－980.

[5] 王淼，张肇南，史金晶，等. 中国部分地区免疫规划疫苗可预防疾病经济负担和生命质量调查[J]. 中国疫苗和免疫，2023，29(2)：138－143.
Wang Miao, Zhang Zhaonan, Shi Jinjing, et al. The economic burden of and quality of life with vaccine-preventable diseases targeted by expanded program on immunization vaccines in several areas of China: a retrospective survey[J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2023, 29(2): 138－143.

[6] 郑徽，李明爽，吴丹，等.《到 2030 年战胜脑膜炎：全球路线图》要点解读[J]. 中华预防医学杂志，2022，56(9)：1348－1352.
Zheng Hui, Li Mingshuang, Wu Dan, et al. Interpretation of defeating meningitis by 2030: a global road map[J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2022, 56(9): 1348－1352.

[7] Aye A M M, Bai Xilian, Borrow R, et al. Meningococcal disease surveillance in the Asia - Pacific region (2020): the global meningococcal initiative[J]. J Infect, 2020, 81(5): 698－711.

[8] Taha M K, Bekkat-Berkani R, Abitbol V. Changing patterns of invasive meningococcal disease and future immunization strategies[J]. Hum Vaccin Immunother, 2023, 19(1): 2186111.

[9] 刘然，方明礼，夏昕，等. 2008—2021 年湖南省健康人群脑膜炎奈瑟菌携带率和药物敏感性监测[J]. 中国疫苗和免疫，2023，29(3)：326－331.
Liu Ran, Fang Mingli, Xia Xin, et al. Surveillance for carriage and antibiotic susceptibility of *Neisseria meningitidis* among a healthy population in Hunan province, 2008－2021[J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2023, 29(3): 326－331.

[10] 唐晓磊. 2007 年青海省健康人群流脑带菌状况调查结果[J]. 现代预防医学，2010，37(3)：555－556.
Tang Xiaolei. Investigation on germ-carrying situation on *Neisseria meningitidis* (NM) of healthy populations in Qinghai province in 2007[J]. Modern Preventive Medicine, 2010, 37(3): 555－556.

[11] 马小军，贾有菊，马娟. 青海省健康人群流行性脑脊髓膜炎带菌群型及菌群变迁趋势研究[J]. 医学动物防制，2014，30(2)：188－189.
Ma Xiaojun, Jia Youju, Ma Juan. Trend analysis of epidemic cerebrospinal meningitis of the carrier group and bacterial flora changes in Qinghai[J]. Journal of Medical Pest Control, 2014, 30(2): 188－189.

[12] 李连伟，阿克忠，朱向路，等. 2023 年青海部分地区健康人群脑膜炎奈瑟菌携带及血清群分布情况[J]. 中华预防医学杂志，2026，60(4)：573－576.
Li Lianwei, A Kezhong, Zhu Xianglu, et al. Analysis surveillance results of the *Neisseria meningitidis* carriage rate among healthy population in certain regions of Qinghai Province in 2023[J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2026, 60(4): 573－576.

[13] 付鹏钰，胡东生，顾东风. 多阶段整群随机抽样方法在流行病学研究中的运用[J]. 中国卫生统计，2010，27(3)：299－300.
Fu Pengyu, Hu Dongsheng, Gu Dongfeng. Application of multistage cluster random sampling in epidemiological research[J]. Chinese Journal of Health Statistics, 2010, 27(3): 299－300.

[14] He Fei, Yang Hongmei, Li Guoming, et al. *Neisseria meningitidis* carriage and risk factors among teenagers in Suizhou city in China[J]. Epidemiol Infect, 2020, 148: e227.

[15] Yue Mengmeng, Xu Juan, Yu Jianxing, et al. Carriage prevalence of *Neisseria meningitidis* in China, 2005－2022: a systematic review and meta-analysis[J]. BMC Infect Dis, 2022, 22(1): 594.

[16] 肖琳，孙伟，李娜，等. 2023 年宁夏回族自治区健康人群脑膜炎奈瑟菌携带状况调查[J]. 中国疫苗和免疫，2024，30(3)：283－287.
Xiao Lin, Sun Wei, Li Na, et al. *Neisseria meningitidis* carriage in healthy people in Ningxia Hui Autonomous Region: a cross-sectional survey in 2023[J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2024, 30(3): 283－287.

[17] 周洋，张颖，周莉薇，等. 2023 年宁夏回族自治区两个县健康人群脑膜炎奈瑟菌携带率[J]. 中国疫苗和免疫，2023，29(6)：665－668.
Zhou Yang, Zhang Ying, Zhou Liwei, et al. *Neisseria meningitidis* carriage among a healthy population in two counties of Ningxia Hui Autonomous Region in 2023[J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2023, 29(6): 665－668.

[18] 王月祺，张少白，王锐泽，等. 陕西省关中地区健康人群脑膜炎奈瑟菌带菌状况调查与分析[J]. 中国疫苗和免疫，2017，23(4)：375－378.
Wang Yueqi, Zhang Shaobai, Wang Ruize, et al. A carriage survey of *Neisseria meningitidis* among a healthy population in Guanzhong region, Shaanxi province[J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization, 2017, 23(4): 375－378.

[19] 哈力木别克·那扎尔别克，符文慧，兰兆国，等. 2011—2022 年新疆维吾尔自治区南疆地区流行性脑脊髓膜炎流行病学特征及健康人群携带状况调查[J]. 疾病监测，2024，39(7)：841－845.
Nazaerbieke Halimubieke, Fu Wenhui, Lan Zhaoguo, et al. Epidemiological characteristics of meningococcal meningitis and *Neisseria meningitidis* carriage in healthy population in southern Xinjiang 2011 to 2022[J]. Disease Surveillance,

2024，39(7)：841－845.

[20] 骆金俊，吕静，李婷婷，等. 2013—2018 年湖北省健康人群脑膜炎奈瑟菌带菌率监测结果分析[J]. 应用预防医学，2021，27(2)：180－182，184.
Luo Jinjun，Lü Jing，Li Tingting，et al. Analysis of surveillance results on *Neisseria meningitidis* carriage rate among healthy populations in Hubei Province from 2013 to 2018[J]. Journal of Applied Preventive Medicine，2021，27(2)：180－182，184.

[21] 李军宏，吴丹，温宁，等. 2015—2019 年中国流行性脑脊髓膜炎血清群分布特征[J]. 中国疫苗和免疫，2020，26(3)：241－244.
Li Junhong，Wu Dan，Wen Ning，et al. Serogroup distribution of meningococcal meningitis in China，2015－2019[J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization，2020，26(3)：241－244.

[22] 柴馨月，周洋，朱瑶，等. 中国健康人群脑膜炎奈瑟菌携带率 Meta 分析[J]. 中国疫苗和免疫，2026，32 (3)：386－393.
Chai Xinyue，Zhou Yang，Zhu Yao，et al. Neisseria meningitidis carriage among healthy people in China：a meta-analysis [J]. Chinese Journal of Vaccines and Immunization，2026，32 (3)：386－393.

[23] 邵祝军. 流行性脑脊髓膜炎流行现状及防控形势[J]. 中华预防医学杂志，2019，53(2)：129－132.
Shao Zhujun. Epidemic situation and preventive strategy for meningococcal disease [J]. Chinese Journal of Preventive Medicine，2019，53(2)：129－132.

[24] Balmer P，Burman C，Serra L，et al. Impact of meningococcal vaccination on carriage and disease transmission：a review of the literature[J]. Hum Vaccin Immunother，2018，14(5)：1118－1130.

[25] 赵伟，白霜，康艳丽，等. B 群流行性脑脊髓膜炎疫苗研究进展[J]. 中国公共卫生，2022，38(8)：1088－1092.
Zhao Wei，Bai Shuang，Kang Yanli，et al. Development of group B meningococcal vaccine：a progress review[J]. Chinese Journal of Public Health，2022，38(8)：1088－1092.

[26] Xu Yinghua，Li Yanan，Wang Shanshan，et al. Meningococcal vaccines in China[J]. Hum Vaccin Immunother，2021，17(7)：2197－2204.

[27] 周佳佳，李明爽，张倩，等. 1990—2023 年中国流行性脑脊髓膜炎发病趋势及主要致病血清群特征分析[J]. 中华流行病学杂志，2024，45(9)：1197－1203.
Zhou Jiajia，Li Mingshuang，Zhang Qian，et al. Analysis on incidence trend of meningococcal meningitis and major pathogenic serogroups of *Neisseria meningitidis* in China，1990－2023[J]. Chinese Journal of Epidemiology，2024，45(9)：1197－1203.

[28] Neal K R，Nguyen-Van-Tam J S，Jeffrey N，et al. Changing carriage rate of *Neisseria meningitidis* among university students during the first week of term：cross sectional study [J]. BMJ，2000，320(7238)：846－849.

[29] Guo Pengbo，Xu Juan，Liang Hao，et al. Estrogen suppresses cytokines release in cc4821 *Neisseria meningitidis* infection via TLR4 and ERβ-p38-MAPK pathway[J]. Front Microbiol，2022，13：834091.

[30] 王珊. 山东省济宁市 2017—2022 年健康人群脑膜炎奈瑟菌流行情况及其基因组特征[D]. 济南：山东大学，2024：1－53.
Wang Shan. Prevalence and genomic characteristics of *Neisseria meningitidis* in healthy population from 2017 to 2022 in Jining city，Shandong Province[D]. Jinan：Shandong University，2024：1－53.

[31] Tefera Z，Mekonnen F，Tiruneh M，et al. Carriage rate of *Neisseria meningitidis*，antibiotic susceptibility pattern and associated risk factors among primary school children in Gondar town，Northwest Ethiopia[J]. BMC Infect Dis，2020，20(1)：358.

（本文编辑：左双燕）

本文引用格式：刘彩萍，巴文生，朱向路，等. 青海省东部 2 市健康住宿中学生脑膜炎奈瑟菌携带状态及影响因素分析[J]. 中国感染控制杂志，2026，25(10)：1444－1451. DOI：10.12138/j.issn.1671－9638.20264598.

Cite this article as：Liu Caiping，Ba Wensheng，Zhu Xianglu，et al. Analysis of *Neisseria meningitidis* carriage status and influencing factors among healthy boarding secondary school students in two cities in eastern Qinghai Province[J]. Chin J Infect Control，2026，25(10)：1444－1451. DOI：10.12138/j.issn.1671－9638.20264598.