

• 论 著 • DOI:10. 3969/j. issn. 1672-9455. 2026. 13. 017

2023—2024 年重庆市结核分枝杆菌耐药结果分析^{*}

周 雪,冯 鑫,余锋平,游国庆,余 敏,吴成果,胡 彦[△]

重庆市结核病防治所结核病参比实验室,重庆 400050

摘 要:**目的** 了解重庆市 2023—2024 年耐药监测点结核病患者的耐药情况,为重庆市结核病治疗与疫情防控提供数据参考。**方法** 收集 2023 年 1 月至 2024 年 12 月重庆市 7 个耐药监测点鉴定为结核分枝杆菌的 1 502 株菌株,采用固体比例法对 11 种抗结核药物进行药敏试验,并对药敏试验结果进行分析。**结果** 1 502 例结核病总耐药率为 22. 57%(339/1 502),初治、复治结核病患者总耐药率分别为 22. 13%(304/1 374)、27. 34%(35/128),差异无统计学意义($\chi^2=1. 825, P=0. 177$);单耐药率为 5. 73%(86/1 502),多耐药率为 10. 92%(164/1 502),利福平耐药率为 4. 79%(72/1 502),耐多药率为 3. 26%(49/1 502),准广泛耐药率为 1. 46%(22/1 502)。1 502 例结核病患者对 11 种抗结核药物的任一耐药率排名前 5 的依次是链霉素(8. 85%,133/1 502)、异烟肼(8. 19%,123/1 502),左氧氟沙星(7. 59%,114/1 502)、莫西沙星(7. 39%,111/1 502)、利福平(4. 79,72/1 502%)。耐药谱组合模式共 71 种。**结论** 重庆市结核病患者耐药类型存在多样化及复杂化的特点,复治患者利福平耐药率、耐多药率和准广泛耐药率均明显高于初治患者。重庆市耐药结核病形势依然严峻,需加强结核患者的规范治疗和管理,以减少耐药患者产生。

关键词:结核病; 耐多药率; 结核分枝杆菌; 耐药率

中图法分类号:R563. 9;R378. 91;R517. 9

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2026)13-

1826-06

Analysis of drug resistance results of *Mycobacterium tuberculosis* in

Chongqing from 2023—2024^{*}

Zhou Xue, Feng Xin, Yu Fengping, You Guoqing, Yu Min, Wu Chengguo, Hu Yan[△]

Tuberculosis Reference Laboratory, Chongqing Institute of Tuberculosis

Control, Chongqing 400050, China

Abstract:**Objective** To understand the drug resistance of tuberculosis patients in drug resistance monitoring sites in Chongqing from 2023—2024, so as to provide data for tuberculosis treatment and epidemic prevention and control in Chongqing. **Methods** A total of 1 502 positive strains of *Mycobacterium tuberculosis* identified from 7 drug resistance monitoring sites in Chongqing from January 2023 to December 2024 were collected. Drug susceptibility test of 11 anti-tuberculosis drugs was performed by solid proportion method, and the results of drug susceptibility test were analyzed. **Results** The total drug resistance rate of 1 502 tuberculosis patients was 22. 57% (339/1 502). The total drug resistance rate of initial treatment and retreatment tuberculosis patients was 22. 13% (304/1 374) and 27. 34% (35/128), respectively, and the difference was not statistically significant ($\chi^2=1. 825, P=0. 177$). The rate of single drug resistance was 5. 73%(86/1 502), the rate of multiple drug resistance was 10. 92%(164/1 502), the rate of rifampicin resistance was 4. 79%(72/1 502), the rate of multi-drug resistance was 3. 26%(49/1 502), and the rate of quasi-extensive drug resistance was 1. 46%(22/1 502). Streptomycin (8. 85%, 133/1 502), isoniazid (8. 19%, 123/1 502), levofloxacin (7. 59%, 114/1 502), moxifloxacin (7. 39%, 111/1 502) and rifampicin (4. 79%, 72/1 502) were the top 5 resistance rates to any of the 11 anti-tuberculosis drugs in 1 502 tuberculosis patients. There were 71 patterns of drug resistance profiles. **Conclusion** The types of drug resistance of tuberculosis patients in Chongqing were

^{*} 基金项目:重庆市技术创新与应用发展专项(CSTB2024TIAD-GPX0018);重庆市九龙坡区科技计划项目(2024-04-008-Z);重庆市科卫联合医学科研项目(2024ZDXM020)。

作者简介:周雪,女,技师,主要从事结核病防控方向的研究。[△] 通信作者,E-mail:huyanz025@163. com。

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50. 1167. r. 20260514. 1346. 002\(2026-05-14\)](https://link.cnki.net/urlid/50. 1167. r. 20260514. 1346. 002(2026-05-14))

引用格式:周雪,冯鑫,余锋平,等. 2023—2024 年重庆市结核分枝杆菌耐药结果分析[J]. 检验医学与临床,2026,23(13):1826-1830.

diverse and complicated. The rates of rifampicin resistance, multi-drug resistance and quasi-extensive drug resistance in retreatment patients were significantly higher than those in initial treatment patients. The situation of drug-resistant tuberculosis is still serious in Chongqing. It is necessary to strengthen the standardized treatment and management of tuberculosis patients to reduce the incidence of drug-resistant tuberculosis patients.

Key words: tuberculosis; rates of multidrug resistance; *Mycobacterium tuberculosis*; rate of drug resistance

结核病是由结核分枝杆菌(MTB)感染引起的慢性传染性疾病^[1]。据 2024 年世界卫生组织(WHO)发布的全球结核病报告显示,结核病已再次成为由单一传染源感染引起死亡的首要原因,依然是值得全球关注的重大公共卫生问题之一^[2]。据文献^[2]报道,2023 年全球新发结核病患者约 1 080 万例,较 2022 年增长约 53 万例,2023 年耐多药/利福平(RFP)耐药患者约有 40 万例。另外,报告还指出,在 30 个结核病高负担国家中,中国结核病发病患者数位居第 3,占全球结核病发病数的 6.8%,仅次于印度(26.0%)和印度尼西亚(10.0%),我国 RFP 耐药结核病患者约有 2.9 万例,位居全球第 4^[2]。耐药结核病具有治疗难度大,易复发和病死率高等特点^[3],这不仅给耐药结核病患者家庭带来极大的心理、经济负担,而且还给结核病防控工作带来了极大的挑战^[4]。我国作为结核病和耐药结核病高负担国家,耐药结核病的疫情防控仍然是重点、难点。本研究对 2023 年 1 月至 2024 年 12 月重庆市 7 个耐药监测点 MTB 进行药敏试验,结合患者信息对药敏试验结果进行分析,为重庆市耐药结核病的诊疗及防控工作提供参考,实现耐药结核病的精准防控。

1 资料与方法

1.1 一般资料 采用分层抽样法收集 2023 年 1 月至 2024 年 12 月重庆市 7 个耐药监测点(主城区:渝北区;主城都市区:涪陵区;渝西片区:荣昌区;渝东南片区:彭水苗族土家族自治县和秀山土家族苗族自治县;渝东北片区:丰都县和奉节县)的 1 560 株分枝杆菌培养阳性菌株,由重庆市结核病防治所结核病参比实验室进行菌株鉴定和药敏试验。重庆市结核病防治所结核病参比实验室已通过国家结核病参比实验室药敏试验熟练度测试,本研究经重庆市结核病防治所伦理委员会审核批准(2025 年伦审第 002 号)。

1.2 主要仪器与试剂 药敏试验及菌种鉴定培养基(珠海贝索生物技术有限公司);细菌超声分散仪(广东自体必康生物科技有限公司);生物安全柜(海尔集团公司)。

1.3 方法

1.3.1 菌种鉴定及药敏试验 本研究操作参照《中国结核病防治工作技术指南》^[5],用一次性接种环刮取从 7 个耐药监测点收集的 MTB 培养阳性的新鲜菌

落于磨菌瓶,研磨后,加生理盐水于比浊管中稀释并比浊,配制成浓度为 10^{-2} mg/mL 和 10^{-4} mg/mL 的菌悬液备用,再用一次性接种环蘸取一滴环(0.01 mL)菌液分别均匀接种于菌种鉴定培养基、中性和 11 种含抗结核药物的固体培养基中,每次试验使用 MTB 标准菌株 H37Rv(ATCC27294)为质控菌株,随后,37 ℃ 培养 4 周后进行结果判读。菌种鉴定培养基中噻吩 2-羧酸肼(TCH)和对硝基苯甲酸(PNB)的药物浓度分别为 5 μ g/mL 和 500 μ g/mL。11 种药敏培养基所含药物浓度分别为异烟肼(INH)0.2 μ g/mL, RFP 40 μ g/mL,链霉素(SM)4 μ g/mL,乙胺丁醇(EMB)2 μ g/mL,卡那霉素(K)30 μ g/mL,左氧氟沙星(LFX)4 μ g/mL,莫西沙星(MFX)4 μ g/mL,丙硫异烟胺(PTO)40 μ g/mL,对氨基水杨酸(PAS)1 μ g/mL,阿米卡星(AM)30 μ g/mL,卷曲霉素(CPM)40 μ g/mL。其中 INH、RFP、SM、EMB 为一线抗结核药物;K、LFX、MFX、PTO、PAS、AM、CPM 为二线抗结核药物。菌种判定:TCH 培养基生长而 PNB 培养基未生长为 MTB,PNB 和 TCH 培养基均生长为非 MTB。药敏试验结果判定:含药培养基菌落数/不含药培养基菌落数 $\geq 1\%$ 为耐药,反之则为敏感。经 TCH 和 PNB 培养基培养后初步鉴定,1 560 株分枝杆菌培养阳性菌株中 58 株(3.72%)为非 MTB,1 502 株(96.28%)为 MTB。

1.3.2 基线资料收集 从“中国疾病预防控制信息系统”的子系统“结核病管理信息系统”中收集 1 502 例 MTB 感染患者的性别、年龄、居住地、职业等资料。

1.3.3 相关定义^[6-7] (1)单耐药:MTB 仅对 1 种一线抗结核药物产生耐药;(2)RFP 耐药:MTB 对 RFP 耐药;(3)任一耐药:MTB 对任意 1 种抗结核药物产生耐药;(4)多耐药:MTB 对不同时包含 INH 与 RFP 的 2 种或 2 种以上抗结核药物产生耐药;(5)耐多药:MTB 至少对 INH 与 RFP 同时产生耐药;(6)准广泛耐药:MTB 耐多药的同时对任一氟喹诺酮类药物产生耐药。

1.4 统计学处理 将所有研究对象的基本信息和药敏试验结果导入 Excel 2021。采用 SPSS19.0 统计软件进行数据分析处理。计数资料以例数或百分率表示,组间比采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 不同特征结核病患者耐药情况比较 不同性别、年龄、居住地、职业的结核病患者耐药率比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。

2.2 初治和复治结核病患者耐药情况比较 1 502 例结核病患者中总耐药 339 例(22.57%),单耐药 86 例(5.73%),多耐药 164 例(10.92%),RFP 耐药 72 例(4.79%),耐多药 49 例(3.26%),准广泛耐药 22 例(1.46%)。复治患者 RFP 耐药率、耐多药率和准广泛耐药率均高于初治患者,差异均有统计学意义($P<0.05$),见表 2。1 502 例结核病患者对一线抗结核药物耐药率由高到低依次是 SM(8.85%)、INH(8.19%)、RFP(4.79%)、EMB(2.46%),对二线抗结核药物耐药率最高的是 LFX(7.59%)。复治结核病患者对任一抗结核药物耐药率均高于初治结核病患者,其中复治结核病患者对 INH、RFP、EMB、LFX、

MFX、PAS 的耐药率与初治结核病患者比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 3。

表 1 不同特征结核病患者耐药情况比较[n(%)]				
特征	<i>n</i>	耐药	χ^2	<i>P</i>
性别			1.609	0.205
男	1 169	253(21.64)		
女	333	86(25.83)		
年龄(岁)			0.005	0.999
0~20	54	7(12.96)		
>20~40	191	47(24.61)		
>40~60	456	97(21.27)		
>60	801	188(23.47)		
居住地			1.178	0.278
农村	1 072	234(21.83)		
城镇	430	105(24.42)		
职业			0.907	0.693
农民	1 063	241(22.67)		
其他	439	98(22.32)		

注:其他包含学生、教师、医务人员、工人、家务人员及待业人员等。

表 2 初治和复治结核病患者耐药情况比较[n(%)]							
特征	<i>n</i>	总耐药	单耐药	多耐药	RFP 耐药	耐多药	准广泛耐药
初治	1 374	304(22.13)	82(5.97)	149(10.84)	56(4.08)	34(2.47)	12(0.87)
复治	128	35(27.34)	4(3.13)	15(11.72)	16(12.50)	15(11.72)	10(7.81)
χ^2		1.825	3.659	0.150	18.157	31.706	32.207
<i>P</i>		0.177	0.056	0.698	<0.001	<0.001	<0.001

表 3 初治和复治结核病患者对 11 种药物的耐药情况比较[n(%)]												
特征	<i>n</i>	INH	RFP	SM	EMB	K	LFX	MFX	PTO	PAS	AM	CPM
初治	1 374	103(7.50)	56(4.08)	118(8.59)	26(1.89)	18(1.31)	94(6.84)	91(6.62)	40(2.91)	26(1.89)	11(0.80)	38(2.77)
复治	128	20(15.63)	16(12.50)	15(11.72)	11(8.59)	4(3.13)	20(15.63)	20(15.63)	6(4.69)	6(4.69)	2(1.56)	2(1.56)
χ^2		10.290	18.208	1.422	21.886	—	12.880	13.864	1.244	4.388	—	—
<i>P</i>		0.001	<0.001	0.233	<0.001	0.111	<0.001	<0.001	0.265	0.036	0.306	0.573

注:—表示 Fisher 确切概率法。

2.3 1 502 例结核病患者耐药组合模式分布情况 1 502 例结核病患者耐药谱类型达 71 种,任一耐药模式有 10 种,共 126 例,依次是 SM 48 例(38.10%)、INH 28 例(22.22%)、PTO 17 例(13.49%)、CPM 14 例(11.11%)、RFP 10 例(7.94%)、LFX 3 例(2.38%)、PAS 3 例(2.38%)、K 1 例(0.79%)、MFX 1 例(0.79%)、AM 1 例(0.79%)。多耐药模式有 40 种,共 164 例,其中初治患者多耐药模式有 INH+SM 22 例(13.41%),INH+PTO 3 例(1.83%),INH+EMB 2 例(1.22%),INH+K 2 例(1.22%),RFP+PTO 5 例(3.05%),RFP+SM 2 例(1.22%),SM+PTO 4 例(2.44%),SM+CPM 2 例(1.22%),LFX+MFX 67 例(40.85%),PAS+CPM 2 例(1.22%),INH+SM+PAS 4 例(2.44%),INH+SM+EMB 2 例(1.22%),INH+LFX+MFX 3 例(1.83%),K+

AM+CPM 2 例(1.22%),K+PAS+CPM 2 例(1.22%),LFX+MFX+PTO 2 例(1.22%),LFX+MFX+CPM 2 例(1.22%),其他 21 例(12.80%);复治患者多耐药模式有 INH+SM 1 例(0.61%),INH+PTO 1 例(0.61%),LFX+MFX 10 例(6.10%),RFP+LFX+MFX 1 例(0.61%),INH+EMB+PTO+PAS 1 例(0.61%),K+PAS+AM+CPM 1 例(0.61%)。耐多药模式有 21 种,共 49 例,其中初治患者耐多药模式有 INH+RFP 5 例(10.20%),INH+RFP+SM 5 例(10.20%),INH+RFP+SM+EMB 5 例(10.20%),INH+RFP+SM+EMB+PAS 2 例(4.08%),INH+RFP+SM+EMB+LFX+MFX 4 例(8.16%),INH+RFP+SM+EMB+LFX+MFX+PAS 3 例(6.12%),其他 10 例(20.41%);复治患者耐多药模式有 INH+

RFP+SM+EMB 2 例(4.08%),INH+RFP+SM+EMB+LFX+MFX 2 例(4.08%),其他 11 例(22.45%)。其他代表耐药谱组合类型仅为 1 例的患者数量。

2.4 各耐药监测点结核病患者耐药情况 各耐药监测点结核病患者总耐药率由高到低依次是奉节县(27.73%,127/458)、丰都县(23.03%,79/343)、荣昌区(21.93%,25/114)、涪陵区(20.56%,37/180)、彭

水苗族土家族自治县(20.24%,34/168)、秀山土家族苗族自治县(17.95%,7/39)、渝北区(15.00%,30/200)。单耐药率、多耐药率、RFP 耐药率、耐多药率和准广泛耐药率最高的分别是荣昌区(10.53%,12/114)、奉节县(15.72%,72/458)、渝北区(6.50%,13/200)、渝北区(5.00%,10/200)、奉节县(2.18%,10/458)。见表 4。

表 4 各耐药监测点结核病患者耐药情况[n(%)]

耐药监测点	n	单耐药	多耐药	RFP 耐药	耐多药	准广泛耐药
奉节县	458	23(5.02)	72(15.72)	28(6.11)	19(4.15)	10(2.18)
丰都县	343	21(6.12)	35(10.20)	10(2.92)	7(2.04)	4(1.17)
荣昌区	114	12(10.53)	11(9.65)	5(4.39)	2(1.75)	1(0.88)
涪陵区	180	9(5.00)	20(11.11)	8(4.44)	5(2.78)	2(1.11)
彭水苗族土家族自治县	168	9(5.36)	14(8.33)	6(3.57)	5(2.98)	1(0.60)
秀山土家族苗族自治县	39	2(5.13)	3(7.69)	2(5.13)	1(2.56)	0(0.00)
渝北区	200	10(5.00)	9(4.50)	13(6.50)	10(5.00)	4(2.00)

3 讨 论

抗结核药物的广泛使用及结核病患者治疗周期长、难度大,以及患者依从性差等^[8-10]因素均加速了耐药结核病的发生,大大增加了 2035 年实现“终结结核病流行”目标的难度^[11]。重庆作为结核病与耐药结核病的高发区^[12-13],于 2023 年拓展结核病耐药监测点,以覆盖全市各个区域。本研究选取 2023 年 1 月至 2024 年 12 月重庆市 7 个监测点的 1 502 例结核病患者数据,其中男性患者总例数远远多于女性患者总例数,结果与相邻的四川省结核病患者性别比例特征相符^[14-15],也与全球和中国结核病病例中男性占主要群体的特征一致^[16]。虽然有研究认为男性是耐药结核病发生的危险因素之一^[17],但该研究结核病患者耐药例数与性别无统计学差异。

本研究结果显示,1 502 例结核病患者对 11 种抗结核药物的耐药率为 22.57%,高于冯鑫等^[18]报道的耐药率(15.22%),这可能与本研究抗结核药物种类由之前的 6 种增加至现在的 11 种等因素相关,但该耐药率低于刘华等^[19]报道的黔西南布依族苗族自治州的 28.13%、毛亚等^[20]报道泸州市的 23.47%、吴海丰等^[21]报道海南地区的 36.20%,这可能与重庆市耐药筛查方案的全面实施和为全市各区县定点医院配齐分子检测设备及相关试剂等措施密切相关。以上措施的实施,极大地提高了各定点医院的检测能力和筛查力度,及时发现了传染源并采取控制措施,减轻了患者的经济负担。本研究结核病复治患者耐药率(27.34%)高于初治患者(22.13%)的结果与之前的报道相符^[18,22-23],虽然本研究复治患者与初治患者总

耐药率比较无差异($\chi^2=1.825,P=0.177$),但复治患者 RFP 耐药率、耐多药率和准广泛耐药率均明显高于初治患者($P<0.05$),提示耐药患者的规范治疗及管理尚需加强。此外,本研究初治患者 RFP 耐药率(4.08%)高于 2023 年全国初治患者的 RFP 耐药率(3.00%)^[16],透露出重庆市初治患者的耐药情况依然不容乐观。初治患者耐药为原发性耐药,多由传播造成^[24],这反映出重庆市内可能存在由于传播导致的耐药 MTB 感染的情况,应加大对耐药结核病患者防控措施。

本研究结果显示,1 502 例结核病患者对抗结核药物耐药率排名前 3 的分别是 SM(8.85%)、INH(8.19%)和 LFX(7.59%),SM 与 INH 分别位居第 1 和第 2,与佘亚静等^[25]、刘菊秀等^[26]和杜巧丽等^[27]报道的结果相一致。SM 高耐药率的出现与其悠久的用药史密切相关,而 INH 排名靠前与 MTB 潜伏性感染者的预防性用药密不可分。LFX 7.59%(114/1 502)的任一耐药率和初治患者多耐药谱中 LFX+MFX 的 40.85%(67/164)占比的耐药组合模式,与氟喹诺酮类药物作为广谱抗菌药物在临床中被用于抗感染广泛使用极易诱导耐药菌株出现有关^[28-29]。本研究发现,重庆市 7 个耐药监测点耐药谱组合模式高达 71 种,其中具有治疗周期长,治疗费用和病死率高等特征的耐多药和准广泛耐药患者是结核防控的重大难题^[30]。本研究发现,在 49 例耐多药病例中,准广泛耐药组合模式达 15 种,耐药病例占 42.86%(21/49),提示重庆市耐药形式呈现出多样性及复杂性的特征,临床医生应及时进行药敏试验,以制订个性化治疗方

案,动态监测结核病患者耐药谱是精准防控耐药结核病的重要措施。

7 个耐药监测点中奉节县、丰都县和荣昌区结核病患者总耐药率排名前 3,这或许与 3 个区县的地理位置和经济状况等因素相关。奉节县和丰都县位于重庆市渝东北三峡库区城镇群,经济发展相对落后,医疗卫生水平较低,导致患者整体治疗条件和治疗依从性均较差。荣昌区位于重庆市渝西片区,地处成渝双城经济圈,交通便利,人员流动较大,直接接触耐药结核病患者概率增加^[31]。此外,奉节县 MTB 培养阳性菌株数、总耐药率、多耐药率、耐多药率和准广泛耐药率均位居第 1,应进一步加大对渝东北片区尤其是奉节县结核病工作的防控力度。

本研究存在一定的局限性,只收集了 MTB 培养阳性患者的信息,MTB 培养阴性的结核病患者耐药情况尚未可知。另外,尚无患者疗效的数据,药敏试验情况与实际疗效尚未做关联性分析。总之,本研究通过分析重庆市 7 个耐药监测点 MTB 培养阳性菌株药敏试验结果及相关患者信息,发现重庆市结核病患者耐药情况并不乐观。未来将逐步借助质量可靠、耗时更短的分子药敏技术和高通量测序技术监测药物耐药情况,及时发现耐药患者,制订合理的用药方案,实现精准治疗。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。
作者贡献 周雪、冯鑫:研究设计、数据整理、论文撰写;余锋平、游国庆:统计分析;余敏:数据整理;吴成果、胡彦:研究实施及论文撰写、指导、修改。

参考文献

[1] Dooley S W, Jarvis W R, Martone W J, et al. Multidrug-resistant tuberculosis[J]. Ann Intern Med, 1992, 117(3): 257-259.

[2] World Health Organization. Global tuberculosis report 2024 [S]. Geneva: WHO, 2024.

[3] 王廉皓, 李涛, 腊彬, 等. 基于动力学模型预测世界卫生组织推荐耐多药/利福平耐药结核病治疗方案对我国结核病流行影响的研究[J]. 疾病监测, 2024, 39(4): 420-426.

[4] Xi Y, Zhang W, Qiao R J, et al. Risk factors for multi-drug-resistant tuberculosis: a worldwide systematic review and Meta-analysis [J]. PLoS One, 2022, 17(6): e0270003.

[5] 赵雁林, 陈明亭. 中国结核病防治工作技术指南[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2021: 210-216.

[6] Li X, Liu J. Analysis of the results of tuberculosis drug resistance surveillance in Yuexiu district, Guangzhou city, 2013—2022[J]. Immun Inflamm Dis, 2024, 12(11): e70060.

[7] Kontsevaya I, Cabibbe A M, Cirillo D M, et al. Update on the diagnosis of tuberculosis [J]. Clin Microbiol Infect, 2024, 30(9): 1115-1122.

[8] 李德富, 俞玉琪, 卢曲琴, 等. 江西省耐药结核病治疗现状与抗结核药治疗费用分析[J]. 现代预防医学, 2021, 48(18): 3425-3429.

[9] Liebenberg D, Gordhan B G, Kana B D. Drug resistant tuberculosis: implications for transmission, diagnosis, and disease management [J]. Front Cell Infect Microbiol, 2022, 12: 943545.

[10] 钟凯惠. 老年肺结核患者化疗依从性的影响因素及护理进展[J]. 现代临床护理, 2007, 6(2): 62-64.

[11] World Health Organization. The end TB Strategy[S]. Geneva: WHO, 2015.

[12] Hu Y, Liu J, Shen J, et al. Genotyping and molecular characterization of fluoroquinolone's resistance among multidrug-resistant Mycobacterium tuberculosis in southwest of China[J]. Microb Drug Resist, 2021, 27(7): 865-870.

[13] 程曦. 重庆地区结核病耐药情况及危险因素研究[D]. 重庆: 第三军医大学, 2015.

[14] 高媛, 张书, 龙波, 等. 2018 年四川省 4 865 例涂阳结核患者耐药分析[J]. 职业卫生与病伤, 2020, 35(5): 278-284.

[15] 赵朝珍, 卿敏, 刘乔虹, 等. 2015—2019 年南充市结核分枝杆菌耐药情况及流行特征分析[J]. 预防医学情报杂志, 2022, 38(3): 314-318.

[16] 李媛媛, 谢晶晶, 李树涛, 等. 2024 年 WHO 全球结核病报告: 全球与中国关键数据分析[J/CD]. 新发传染病电子杂志, 2024, 9(6): 92-98.

[17] Badgeba A, Shimbire M S, Gebremichael M A, et al. Determinants of multidrug-resistant Mycobacterium tuberculosis infection: a multicenter study from southern Ethiopia[J]. Infect Drug Resist, 2022, 15: 3523-3535.

[18] 冯鑫, 胡彦, 沈静, 等. 2014—2019 年重庆市肺结核耐药监测点结核分枝杆菌耐药结果分析[J]. 结核与肺部疾病杂志, 2021, 2(3): 251-255.

[19] 刘华, 李莉, 李莹莹, 等. 2018—2024 年黔西南布依族苗族自治州耐药结核病耐药特征及影响因素分析[J]. 临床肺科杂志, 2025, 30(5): 756-760.

[20] 毛亚, 刘小红, 姜敏, 等. 2020—2023 年泸州市耐药监测点结核分枝杆菌耐药性分析[J]. 预防医学情报杂志, 2025, 41(9): 1232-1237.

[21] 吴海丰, 翁敏华, 吴秋萍, 等. 海南地区 2 020 株结核分枝杆菌耐药特征分析[J]. 海南医科大学学报, 2025, 31(9): 652-658.

[22] 张娅, 张婷, 范君, 等. 2011—2022 年重庆市老年利福平耐药肺结核患者的流行特征及治疗转归分析[J]. 现代预防医学, 2024, 51(6): 1099-1104.

[23] 贺文从, 谭文洪, 梁伟民, 等. 2013—2017 年湖南省耒阳市结核分枝杆菌耐药性特征的动态研究[J]. 疾病监测, 2020, 35(4): 350-356.

[24] Yang C, Luo T, Shen X, et al. Transmission of multidrug-resistant Mycobacterium tuberculosis in Shanghai, China: a retrospective observational study using whole-genome sequencing and epidemiological investigation[J]. Lancet Infect Dis, 2017, 17(3): 275-284.

• 论 著 • DOI:10. 3969/j. issn. 1672-9455. 2026. 13. 018

血清 CST4、PG 联合 RNF180 基因甲基化检测在早期胃癌筛查中的诊断价值*

曹博威,郭杨超,张 博,谭 宜[△]

新疆医科大学第一附属医院胃肠(肿瘤)外科,新疆乌鲁木齐 830054

摘 要:目的 分析血清半胱氨酸蛋白酶抑制剂 S(CST4)、胃蛋白酶原(PG)水平联合环指蛋白 180(RNF180)基因甲基化检测在早期胃癌筛查中的诊断价值。方法 选取 2022 年 5 月至 2025 年 5 月该院收治的 60 例早期胃癌患者作为早期胃癌组,另选取同期该院收治的 60 例胃良性疾病患者作为胃良性疾病组。比较 2 组肿瘤标志物水平、PG 水平、RNF180 基因甲基化阳性率及新型胃癌筛查(GCR)评分。采用 Pearson 相关分析早期胃癌患者血清 PG I 与 PG II 比值(PGR)及 CST4、PG I、PG II 水平与 GCR 评分的相关性。采用多因素 Logistic 回归分析早期胃癌的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析 CST4、PG I、PG II、PGR、RNF180 基因甲基化单独及联合对早期胃癌的诊断价值。结果 早期胃癌组 RNF180 基因甲基化阳性率、癌胚抗原(CEA)、糖类抗原 19-9、CST4、PG II、胃泌素-17(G-17)水平及 GCR 评分均高于胃良性疾病组,PG I 水平及 PGR 均低于胃良性疾病组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。Pearson 相关分析结果显示,早期胃癌患者血清 CST4、PG II 水平与 GCR 评分均呈正相关($P<0.05$),血清 PGR 及 PG I 水平与 GCR 评分均呈负相关($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,血清 CST4 水平升高、PG II 水平升高及 RNF180 基因甲基化阳性均为早期胃癌发生的独立危险因素($P<0.05$),PGR 及 PG I 水平升高均为早期胃癌发生的独立保护因素($P<0.05$)。ROC 曲线分析结果显示,CST4、PG I、PG II、PGR、GCR 评分单独诊断早期胃癌的曲线下面积(AUC)分别为 0.854、0.880、0.868、0.880、0.782,5 项(CST4、PG I、PG II、PGR、RNF180 基因甲基化)联合诊断早期胃癌的 AUC 为 0.991,5 项(CST4、PG I、PG II、PGR、RNF180 基因甲基化)联合诊断早期胃癌的 AUC 大于 CST4、PG I、PG II、PGR、GCR 评分单独诊断的 AUC($Z=4.35、3.45、4.01、3.45、4.15, P<0.05$)。结论 早期胃癌患者血清 CST4、PG II、G-17 水平及 RNF180 基因甲基化阳性率均升高,PGR 及 PG I 水平均降低,多项指标联合对早期胃癌的诊断价值较高。

关键词:半胱氨酸蛋白酶抑制剂 S; 胃蛋白酶原; 环指蛋白 180; 早期胃癌; 诊断价值

中图法分类号:R735.2;R730.43;R446.1 文献标志码:A 文章编号:1672-9455(2026)13-1831-07

Diagnostic value of serum CST4 and PG levels combined with RNF180 gene methylation detection in early gastric cancer screening*

Cao Bowei, Guo Yangchao, Zhang Bo, Tan Yi[△]

Department of Gastrointestinal (tumor) Surgery, the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 830054, China

Abstract: Objective To analyze the diagnostic value of serum cysteine protease inhibitor S (CST4) and pepsinogen (PG) levels combined with ring finger protein 180 (RNF180) gene methylation detection in the screening of early gastric cancer. **Methods** A total of 60 patients with early gastric cancer admitted to the hospital from May 2022 to May 2025 were selected as the early gastric cancer group, and 60 patients with gastric benign diseases admitted to the hospital during the same period were selected as the gastric benign disease group. The levels of tumor markers, PG level, RNF180 gene methylation positive rate and new gastric cancer screening (GCR) score were compared between the two groups. Pearson correlation analysis was used to analyze the correlation between serum PG I /PG II ratio (PGR), CST4, PG I, PG II levels and GCR score in patients with early gastric cancer. Multivariate Logistic regression was used to analyze the influencing factors of early gastric cancer. The receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the diagnostic

* 基金项目:“青年科研启航”专项基金项目(2023YFY-QKQN-36)。

作者简介:曹博威,男,主治医师,主要从事胃肠肿瘤方向的研究。 [△] 通信作者, E-mail: tanyisd@sina. com。

引用格式:曹博威,郭杨超,张博,等. 血清 CST4、PG 联合 RNF180 基因甲基化检测在早期胃癌筛查中的诊断价值[J]. 检验医学与临床, 2026, 23(13): 1831-1837.