

序贯筛查算法诊断性能评估报告

研究团队

2026 年 1 月 23 日

1 研究概述

本报告评估了单模型和两步序贯筛查算法在内部测试集和前瞻性测试集上的诊断性能。

1.1 阈值确定方法

- **NPV 优先原则**：第一步 (M4/M5) 选择保证高 NPV 的阈值，优先减少漏诊
- **约登指数**：第二步 (M3) 采用约登指数最大化确定阈值

1.2 模型说明

- M3: 影像组学 + 全部临床特征模型 (Radiomics + All Clinical)
- M4: 临床 A 特征模型 (Clinical A Only)
- M5: 基础临床特征模型 (Base Clinical Only)
- M4→M3: 两步法，第一步用 M4 筛除，第二步用 M3 确认
- M5→M3: 两步法，第一步用 M5 筛除，第二步用 M3 确认

2 Table 3: 诊断准确性

表 1: 序贯算法在内部测试集和前瞻性测试集的诊断准确性

数据集	算法	阈值	准确率	敏感性	特异性	PPV	NPV
内部测试集 (n = 51)	M3	0.98	80 (41/51)	82 (18/22)	79 (23/29)	75 (18/24)	85 (23/27)
	M4	0.14*	51 (26/51)	82 (18/22)	28 (8/29)	46 (18/39)	67 (8/12)
	M5	0.44*	65 (33/51)	77 (17/22)	55 (16/29)	57 (17/30)	76 (16/21)
	M4→M3	0.14; 0.98	78 (40/51)	73 (16/22)	83 (24/29)	76 (16/21)	80 (24/30)
	M5→M3	0.44; 0.98	78 (40/51)	64 (14/22)	90 (26/29)	82 (14/17)	76 (26/34)
前瞻性测试集 (n = 100)	M3	0.98	79 (79/100)	67 (26/39)	87 (53/61)	76 (26/34)	80 (53/66)
	M4	0.14*	59 (59/100)	97 (38/39)	34 (21/61)	49 (38/78)	95 (21/22)
	M5	0.44*	66 (66/100)	82 (32/39)	56 (34/61)	54 (32/59)	83 (34/41)
	M4→M3	0.14; 0.98	79 (79/100)	64 (25/39)	89 (54/61)	78 (25/32)	79 (54/68)
	M5→M3	0.44; 0.98	78 (78/100)	59 (23/39)	90 (55/61)	79 (23/29)	77 (55/71)

注：数据为百分比，括号内为原始计数（正确数/总数）。* 表示阈值 < 0.5。
阈值在验证集上确定：第一步采用 NPV 优先原则，第二步采用约登指数。
PPV = 阳性预测值，NPV = 阴性预测值。

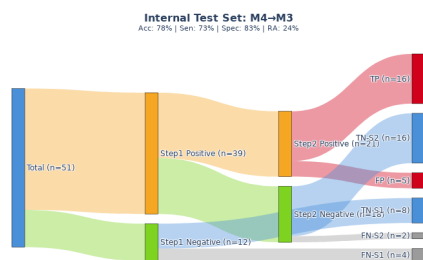
3 Table 4: 转诊影响

表 2: 序贯算法在内部测试集和前瞻性测试集的转诊影响

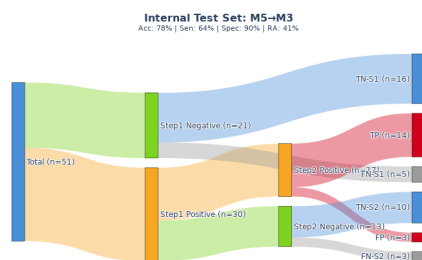
算法	对照	减少转诊 (%)	Odds Ratio (95% CI)	P 值
内部测试集				
M4→M3	M3	24	0.59 (0.14, 2.48)	0.721
M5→M3	M3	41	0.39 (0.10, 1.56)	0.310
前瞻性测试集				
M4→M3	M3	22	0.89 (0.35, 2.27)	1.000
M5→M3	M3	41	0.72 (0.29, 1.81)	0.639

注：Odds Ratio 括号内为 95% 置信区间。
Odds Ratio 计算的是序贯算法相对于 M3 单模型的检测优势比。
P 值来自 Fisher 精确检验。

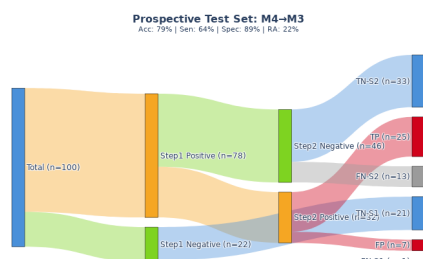
4 患者流程图（桑基图）



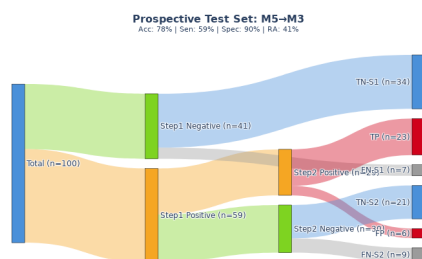
(a) 内部测试集 M4→M3



(b) 内部测试集 M5→M3



(c) 前瞻性测试集 M4→M3



(d) 前瞻性测试集 M5→M3

图 1: 两步序贯筛查算法的患者流程图

5 PPV/NPV 曲线

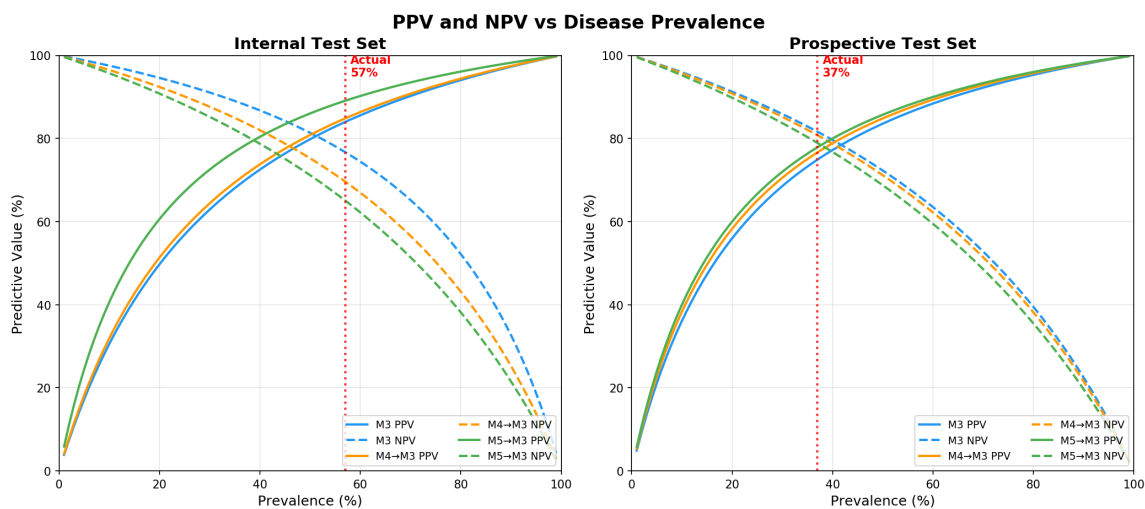


图 2: 不同患病率下的 PPV 和 NPV 曲线（红线标记实际患病率：内部 57%，前瞻性 37%）

6 方法学说明

6.1 阈值确定方法

1. **第一步阈值 (M4/M5)**: 采用 NPV 优先原则, 在验证集上选择使 NPV 75% 的阈值
2. **第二步阈值 (M3)**: 在验证集上通过约登指数 (Youden's $J = \text{Sensitivity} + \text{Specificity} - 1$) 最大化确定

6.2 验证集确定的阈值

模型	阈值	确定方法
M3	0.984	约登指数
M4	0.14	NPV 优先
M5	0.44	NPV 优先

表 3: 验证集上确定的阈值

7 结论

1. **单模型比较**: M3 (影像组学 + 全部临床特征) 在准确率和特异性上表现最优
2. **两步法效益**:
 - M4→M3 可减少 22-24% 的转诊
 - M5→M3 可减少 41% 的转诊
3. **临床应用**: 两步序贯筛查可有效减少不必要的转诊, 节省医疗资源