

超声评估肩袖损伤患者术后冈上肌形态的临床价值

朱丽娜 李海泽 刘雅娟 刘鸿欣

摘要 **目的** 探讨超声评估肩袖损伤患者肩袖修复术后冈上肌形态变化的临床价值。**方法** 选取我院收治的肩袖损伤患者 95 例,均行肩关节镜下肩袖修复术,分别于术前和术后 6 个月应用超声观察冈上肌形态,获取冈上肌横截面积(CSA)和回声强度(EI),以及术前与术后 CSA 和 EI 的差值(Δ CSA、 Δ EI),比较不同严重程度、肩关节功能恢复效果患者上述参数的差异。分析 Δ CSA、 Δ EI 与肩关节功能恢复效果的相关性;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析 Δ CSA、 Δ EI 单独及联合应用预测肩袖损伤患者肩关节功能恢复效果的诊断效能。**结果** 肩袖损伤患者术前、术后患侧 CSA 低于健侧, EI 高于健侧,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);术后患侧 CSA、EI 与术前比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。肩袖全层撕裂患者术前、术后患侧 CSA 及 Δ CSA 均低于肩袖部分撕裂患者, EI 高于肩袖部分撕裂患者,差异均有统计学意义(均 $P < 0.001$);肩关节功能恢复效果优、良、可的患者术前、术后患侧 CSA、EI、 Δ CSA、 Δ EI 比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.001$),且两两比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。 Δ CSA、 Δ EI 与肩关节功能恢复效果均呈正相关($r = 0.633, 0.693$, 均 $P < 0.05$)。ROC 曲线分析显示, Δ CSA、 Δ EI 联合应用预测肩袖损伤患者肩关节功能恢复效果的曲线下面积(AUC)为 0.922, 高于其单独应用的 AUC(0.834, 0.764), 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。**结论** 超声可有效评估肩袖损伤患者肩袖修复术后冈上肌形态变化,对预测肩关节功能恢复效果具有较好的临床价值。

关键词 超声检查;肩袖损伤;肩袖修复术;肩关节镜;冈上肌

[中图分类号]R445.1

[文献标识码]A

Clinical value of ultrasound in assessing supraspinatus muscle morphology after rotator cuff repair in patients with rotator cuff injury

ZHU Li'na, LI Haize, LIU Yajuan, LIU Hongxin

Department of Function and Diagnosis, the Second Hospital of Tangshan, Hebei 063000, China

ABSTRACT **Objective** To explore the clinical value of ultrasound in assessing morphological changes of supraspinatus muscle after rotator cuff repair in patients with rotator cuff injury. **Methods** Ninety-five patients with rotator cuff injury from our hospital were selected, all patients underwent shoulder arthroscopic rotator cuff repair, and the supraspinatus muscle morphology were observed by ultrasound before the operation and 6 months after the operation, the cross-sectional area (CSA) of the supraspinatus muscle, the intensity of the echogenicity (EI) and their differences (Δ CSA, Δ EI) were obtained, respectively. The above parameters were compared among patients with different severity and functional recovery of shoulder joints. The correlation between Δ CSA, Δ EI and functional recovery of shoulder joints were analyzed. Receiver operator curve (ROC) curve was drawn to analyze the diagnostic efficacy of Δ CSA and Δ EI alone and in combination in predicting functional recovery of the shoulder joint in patients with rotator cuff injuries. **Results** The preoperative and postoperative CSA of patients with rotator cuff injury was smaller than that of the healthy side, and EI was higher than that of the healthy side, the differences

基金项目:河北省医学科学研究重点课题计划项目(20210251)

作者单位:063000 河北省唐山市第二医院功检科

通讯作者:刘鸿欣, Email: liuhongxin1985@126.com

were statistically significant (both $P < 0.05$). The preoperative and postoperative CSA of patients with total rotator cuff tear was smaller than that of patients with partial rotator cuff tear, and EI was higher than that of patients with partial rotator cuff tear, and the differences were statistically significant (all $P < 0.001$). Comparison of CSA, EI, Δ CSA and Δ EI in patients with excellent, good, and acceptable results of shoulder joint function recovery preoperatively and 6 months postoperatively were statistically significant (all $P < 0.05$), and the difference were statistically significant in pairwise comparison (all $P < 0.05$). Correlation analysis showed that Δ CSA, Δ EI were positively correlated with the functional recovery of the shoulder joint ($r = 0.633, 0.693$, both $P < 0.05$). ROC curve analysis showed that the area under the curve of Δ CSA and Δ EI in combination in predicting functional recovery of the shoulder joint in patients with rotator cuff injuries was 0.922, which was higher than that of Δ CSA and Δ EI alone (0.834, 0.764), the differences were statistically significant (both $P < 0.05$).

Conclusion Ultrasound can effectively evaluate the morphologic changes of supraspinatus muscle after rotator cuff repair in patients with rotator cuff injury, which has good clinical value.

KEY WORDS Ultrasonography; Rotator cuff injury; Rotator cuff repair; Shoulder arthroscopy; Supraspinatus muscle

肩袖损伤为临床常见肩部疾病, 多因举重、游泳、提拉重物或外力撞击等引起, 患者肩袖各肌肉肌腱出现损伤后会导致肩颈部疼痛、肩关节无力等症状, 对其生活质量造成不良影响^[1-2]。肩关节镜下肩袖修复术为目前临床治疗肩袖损伤的主要方法, 可有效改善肩关节功能, 缓解肩颈部疼痛, 但术后恢复效果与患者年龄及肌肉萎缩、撕裂、浸润程度等相关^[3-4]。因此, 及时准确评估术后冈上肌形态变化和肩关节功能恢复情况具有重要的临床意义。既往临床多应用 MRI 评估肩袖损伤程度及肩袖修复术疗效, 具有较高敏感性, 但该方法费用高且存在检查禁忌证, 具有一定局限^[5-6]。超声可通过扫查肩关节及其周围软组织, 动态观察肩袖和肌腱损伤情况, 为临床评估肩袖损伤程度提供参考^[7]。本研究旨在探讨超声评估肩袖损伤患者肩关节镜下肩袖修复术后冈上肌形态变化的临床价值。

资料与方法

一、研究对象

选取 2022 年 10 月至 2023 年 7 月我院收治的肩袖损伤患者 95 例, 其中男 62 例, 女 33 例, 年龄 29~65 岁, 平均 (45.32 ± 3.16) 岁; 体质量指数 21.3~26.8 kg/m², 平均 (23.28 ± 0.84) kg/m²; 病程 2~13 d, 平均 (6.35 ± 1.42) d。纳入标准: ①经 MRI 结合临床综合诊断为肩袖损伤; ②具有肩关节镜下肩袖修复术指征。排除标准: ①既往存在肩部外伤史或手术史; ②合并患肢肌肉功能障碍、自身免疫系统疾病及肝、肾等严重脏器功能障碍。依据 MRI 检查结果^[8]分为肩袖全层撕裂 38 例, 部分撕裂 57 例。本研究经我院医学伦理委员会批准(批准号: 2022-02-0015), 所有患者均知情同意。

二、仪器与方法

1. 超声检查: 使用 Philips EPIQ 7 EXP 彩色多普勒超声诊断仪, 线阵探头, 频率 10 MHz。分别于术前和术后 6 个月进行超声检查, 患者取坐位, 手臂自然下垂, 充分暴露肩部, 先触诊确认肩胛冈最外侧(A点)及肩胛冈最内侧(B点), 连接两点成线, 将超声探头垂直置于直线中点(图 1), 测量冈上肌横截面积(CSA)并保存图像, 采用仪器自带的图像分析软件勾画冈上肌横截面边界, 自动获取冈上肌回声强度(EI), 计算术前与术后 CSA、EI 的差值(Δ CSA、 Δ EI, 均以绝对值表示), 所有参数均重复测量 3 次取平均值。上述操作及图像分析均由 2 名经验丰富的超声医师共同完成。



图 1 肩胛冈最外侧(A点)、最内侧(B点)及探头放置图

2. 肩关节镜下肩袖修复术: 患者均行全身麻醉, 取 30° 后侧卧位, 患侧在上, 体位架固定后悬吊牵引, 于肩关节后方置入关节镜, 以硬膜外穿刺针定位, 经肩袖旋转间隙建立通道, 探查盂肱关节腔及肩峰下间隙, 观察冈上肌肌腱撕裂范围, 采用带线锚钉进行肩袖修复术, 手术完成后缝合切口, 颈腕吊带贴胸位固定患肢。

3. 肩关节功能恢复效果评估:于肩关节镜下肩袖修复术后6个月采用美国肩肘外科协会评分(ASES)^[9]评估肩关节功能恢复情况,总分100分,其中90~100分为优,80~89分为良,70~79分为可,<70分为差。本研究中肩关节功能恢复效果为优、良、可患者分别为40、28、27例。

4. 观察内容:比较肩袖损伤患者术前、术后健侧与患侧CSA、EI,以及不同损伤程度、不同肩关节功能恢复效果患者术前、术后患侧CSA、EI、 Δ CSA、 Δ EI的差异。

三、统计学处理

应用SPSS 27.0统计软件,正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,非正态分布的计量资料经自然对数转换为正态分布后进行分析,多组比较采用方差分析,两组比较采用独立样本 t 检验;计数资料以频数或率表示,采用 χ^2 检验。相关性分析采用Spearman相关分析法。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析 Δ CSA、 Δ EI单独及联合应用预测肩袖损伤患者肩关节功能恢复效果的诊断效能,曲线下面积(AUC)比较采用 Z 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、肩袖损伤患者术前、术后健侧及患侧冈上肌形态参数比较

肩袖损伤患者术前、术后患侧CSA低于健侧,EI高于健侧,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);术后患侧CSA、EI与术前比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。见表1和图2。

表1 肩袖损伤患者术前、术后健侧及患侧冈上肌形态参数比较($\bar{x}\pm s$)

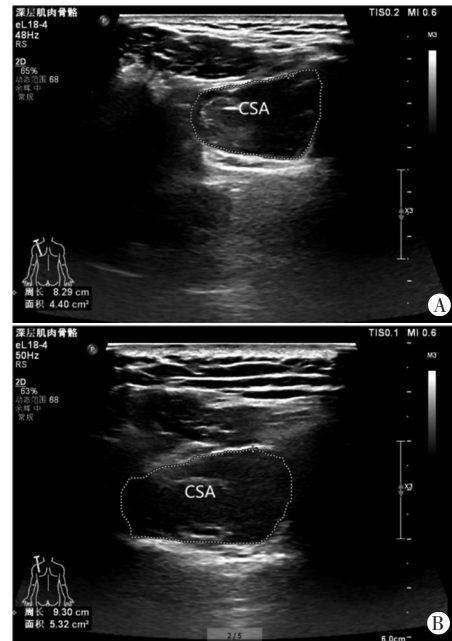
侧别	CSA(mm ²)	EI(dB)
患侧(95)		
术前	429.56±89.37*	73.54±10.21*
术后	485.02±92.19*#	64.10±9.93*#
健侧(95)	501.24±108.69	61.48±10.65

与健侧比较,* $P<0.05$;与患侧术前比较,# $P<0.05$ 。CSA:横截面积;EI:回声强度

表2 不同损伤程度患者术前、术后患侧冈上肌形态参数比较($\bar{x}\pm s$)

损伤程度	术前CSA(mm ²)	术后CSA(mm ²)	Δ CSA(mm ²)	术前EI(dB)	术后EI(dB)	Δ EI(dB)
全层撕裂(38)	386.24±87.23	418.29±89.39	32.04±4.30	79.15±11.04	70.02±10.23	9.13±2.12
部分撕裂(57)	458.44±92.76	495.29±93.27	36.85±5.21	69.80±11.78	61.21±8.78	8.59±1.83
t 值	3.805	4.008	4.718	3.885	4.483	1.322
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.189

CSA:横截面积; Δ CSA:术前与术后横截面积的差值;EI:回声强度; Δ EI:术前与术后回声强度的差值



A: 术前患侧冈上肌CSA 440.00 mm², EI 67.84; B: 术后患侧冈上肌CSA 532.00 mm², EI 63.50 dB。CSA:横截面积

图2 左侧肩袖部分撕裂患者(男,45岁)术前、术后超声图

二、不同损伤程度患者术前、术后患侧冈上肌形态参数比较

肩袖全层撕裂患者术前、术后患侧CSA及 Δ CSA均低于部分撕裂患者,术前、术后EI均高于部分撕裂患者,差异均有统计学意义(均 $P<0.001$);不同损伤程度患者 Δ EI比较差异无统计学意义。见表2。

三、不同肩关节功能恢复效果患者术前、术后患侧冈上肌形态参数比较

不同肩关节功能恢复效果患者术前、术后CSA、EI及 Δ CSA、 Δ EI比较差异均有统计学意义(均 $P<0.001$),且两两比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。见表3。

四、相关性分析

相关性分析显示, Δ CSA、 Δ EI与肩关节功能恢复效果均呈正相关($r=0.633, 0.693$,均 $P<0.05$)。见图3。

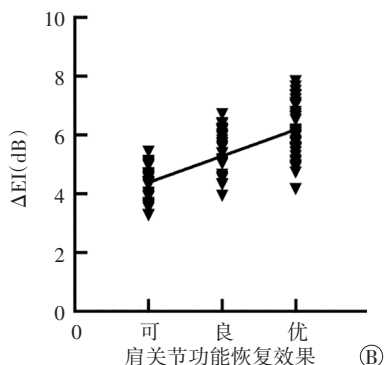
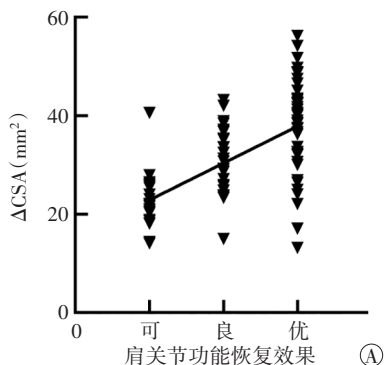
五、ROC曲线分析

ROC曲线分析显示, Δ CSA、 Δ EI联合应用预测肩袖损伤患者肩关节功能恢复效果的AUC为0.922,高于其

表 3 不同肩关节功能恢复效果患者术前、术后患侧冈上肌形态参数比较($\bar{x}\pm s$)

恢复效果	术前 CSA(mm ²)	术后 CSA(mm ²)	Δ CSA(mm ²)	术前 EI(dB)	术后 EI(dB)	Δ EI(dB)
优(40)	461.38±61.28*#	498.60±63.37*#	37.22±9.54*#	68.24±7.71*#	62.15±7.23*#	6.12±0.85*#
良(28)	427.63±65.39#	457.82±68.15#	30.19±8.27#	74.51±8.35#	69.21±8.14#	5.30±0.77#
可(27)	384.42±68.14	408.98±70.12	24.56±7.61	80.39±8.84	75.83±8.29	4.56±0.68
F值	11.496	14.579	17.709	17.838	25.103	32.696
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

与恢复效果良的患者比较,* $P<0.05$;与恢复效果可的患者比较,# $P<0.05$ 。CSA:横截面积; Δ CSA:术前与术后横截面积的差值;EI:回声强度; Δ EI:术前与术后回声强度的差值



A: Δ CSA 与肩关节功能恢复效果的相关性; B: Δ EI 与肩关节功能恢复效果的相关性

图 3 Δ CSA、 Δ EI 与肩关节功能恢复效果的相关性分析散点图

单独应用的 AUC(0.834、0.764), 差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。见表 4 和图 4。

表 4 Δ CSA、 Δ EI 单独及联合应用预测肩袖损伤患者肩关节功能恢复效果的 ROC 曲线分析

方法	AUC 及其 95% 可信区间	截断值	灵敏度 (%)	特异度 (%)	P 值
Δ CSA	0.834(0.744~0.903)	28.17 mm ²	70.59	88.89	<0.001
Δ EI	0.764(0.666~0.845)	5.01 dB	79.41	70.37	<0.001
联合应用	0.922(0.848~0.967)	-	88.24	85.19	<0.001

AUC:曲线下面积

讨 论

肩袖为围绕肩关节的一组肌腱,当运动过程中肩袖组织受到反复刺激后,可引起肩袖损伤,随着病情进展可引起肌肉萎缩,严重影响患者日常生活。研

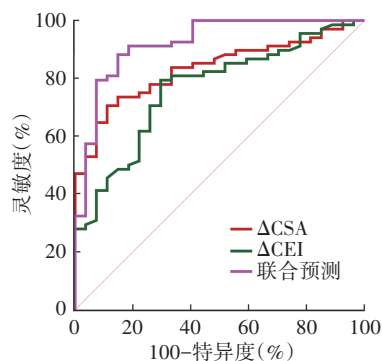


图 4 Δ CSA、 Δ EI 单独及联合应用预测肩袖损伤患者肩关节功能恢复效果的 ROC 曲线图

究^[10-12]显示,肩袖撕裂后可引起冈上肌萎缩,而冈上肌形态变化为肩袖修复术后评估肌肉力量恢复的重要生物学指标。因此,尽早评估肩袖损伤患者术后冈上肌形态变化对制定后续干预方案具有重要意义。

MRI 及超声为目前临床诊断肩袖损伤的主要手段,其中 MRI 可多方位清晰显示肩袖、关节囊等解剖结构,但不适用于体内有金属物植入患者,且检查耗时较长、费用昂贵,无法对病变进行实时动态观察,具有一定局限性^[13-14]。超声具有简便、无创等优点,能清晰显示肌腱、关节面、关节滑膜等部位,有利于临床对比观察肌腱运动时的表现;其通过高分辨率探头可一次对多个部位进行检查,有利于及时发现细微结构变化,清晰显示肩袖损伤情况^[15-16]。肩袖损伤不仅可导致肌腱受损,还可引起不同程度肩袖撕裂,而撕裂程度可影响术后疗效。本研究结果显示,肩袖损伤患者术前、术后患侧 CSA 低于健侧,EI 高于健侧,肩袖全层撕裂、部分撕裂患者 CSA、EI 比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),提示临床可通过超声获取冈上肌形态参数以早期诊断肩袖损伤及其程度。郭文娟等^[17]应用超声和 MRI 评估肩袖损伤撕裂程度,结果显示超声对肩袖损伤完全撕裂、部分撕裂的诊断准确率分别为 91%、73%,与 MRI 诊断结果(91%、86%)比较差异均无统计学意义,进一步证实了超声对肩袖损伤具有一定的评估价值。另有研究^[18]表明,肩袖冈上肌 CSA 与肩

关节屈曲、外旋功能具有相关性,可通过超声观察冈上肌形态变化评估肩袖损伤情况及肌肉功能。本研究结论与其一致,有助于辅助临床早期诊断、评估病情程度。

肩袖修复术后需长时间进行功能锻炼,术后若在治愈前过早进行活动可引起肩袖再撕裂,过晚进行训练可导致关节僵硬,影响预后恢复^[19-20]。因此,尽早评估肩关节功能恢复效果对制定后续干预方案具有重要意义。本研究结果显示,不同肩关节功能恢复效果患者患侧冈上肌形态参数比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),进一步行相关性分析发现, Δ CSA、 Δ EI均与肩关节功能恢复效果呈正相关(均 $P<0.05$),提示临床可通过冈上肌形态参数评估肩关节功能恢复效果。此外,本研究 ROC 曲线分析显示 Δ CSA、 Δ EI 联合应用预测肩袖损伤患者肩关节功能恢复效果的 AUC 为 0.922,高于其单独应用(均 $P<0.05$),表明联合应用具有较高的预测价值。

综上所述,超声评估肩袖损伤患者肩袖修复术后冈上肌形态变化可用于临床早期诊断及病情评估,为预测肩关节功能恢复效果提供参考依据。但本研究为单中心、小样本研究,且未排除优势手和非优势手冈上肌形态差异的影响,今后需行大样本、多中心研究进一步验证。

参考文献

- [1] Zhao W, Yang J, Kang Y, et al. Animal models of rotator cuff injury and repair: a systematic review[J]. *Tissue Eng Part B Rev*, 2022, 28(6): 1258-1273.
- [2] Lafrance S, Charron M, Roy JS, et al. Diagnosing, managing, and supporting return to work of adults with rotator cuff disorders: a clinical practice guideline[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2022, 52(10): 647-664.
- [3] 谢羽婕, 季玉秀, 吴胜健, 等. 肩袖损伤关节镜修复术后慢性疼痛的危险因素[J]. *西南医科大学学报*, 2023, 46(6): 517-523.
- [4] 季伟, 董志辉, 徐建杰, 等. 快速康复外科理念护理对肩袖损伤关节镜修复术患者康复的影响[J]. *现代中西医结合杂志*, 2022, 31(10): 1423-1427.
- [5] Fitzpatrick LA, Atinga A, White L, et al. Rotator cuff injury and repair[J]. *Semin Musculoskelet Radiol*, 2022, 26(5): 585-596.
- [6] McCrum E. MR imaging of the rotator cuff[J]. *Magn Reson Imaging Clin N Am*, 2020, 28(2): 165-179.
- [7] 郝艳红, 刘利平, 张炎晶, 等. 高频超声及肩峰下滑囊超声造影在肩袖损伤诊断中的应用价值[J]. *中国运动医学杂志*, 2023, 42(1): 25-31.
- [8] 黄彦, 吴润柏, 陈桂武, 等. 肌骨超声与磁共振成像诊断肩袖撕裂的对比分析[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2024, 22(10): 158-161.
- [9] Baumgarten KM, Chang PS. The American shoulder and elbow surgeons score highly correlates with the simple shoulder test[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2021, 30(4): 707-711.
- [10] Plancher KD, Shanmugam J, Briggs K, et al. Diagnosis and management of partial thickness rotator cuff tears: a comprehensive review[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2021, 29(24): 1031-1043.
- [11] He J, Ping S, Yu F, et al. Mesenchymal stem cell-derived exosomes: therapeutic implications for rotator cuff injury[J]. *Regen Med*, 2021, 16(8): 803-815.
- [12] Uehara H, Itoigawa Y, Wada T, et al. Relationship of superoxide dismutase to rotator cuff injury/tear in a rat model[J]. *J Orthop Res*, 2022, 40(5): 1006-1015.
- [13] Alfaqih MA, Morrison WB. Postoperative MR imaging of the rotator cuff[J]. *Magn Reson Imaging Clin N Am*, 2022, 30(4): 617-627.
- [14] Gyftopoulos S, Cardoso MDS, Rodrigues TC, et al. Postoperative imaging of the rotator cuff: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Am J Roentgenol*, 2022, 219(5): 717-723.
- [15] 党长林, 张海娜. 肌骨超声引导下高渗葡萄糖治疗肩袖损伤的前瞻性研究[J]. *中国骨与关节杂志*, 2023, 12(6): 425-428.
- [16] 欧妍妍, 黄蓉, 冯瑞卿. 肌骨超声对肩袖损伤的诊断价值分析[J]. *影像研究与医学应用*, 2023, 7(21): 155-157.
- [17] 郭文娟, 杨小欢, 文乐, 等. 高频超声与 MRI 诊断肩袖撕裂[J]. *中国介入影像与治疗学*, 2023, 20(9): 540-544.
- [18] Yin Z, Chen Z, Yin N, et al. Progress and prospect of biological treatment for rotator cuff injury repair[J]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*, 2023, 37(9): 1169-1176.
- [19] 罗小兰, 刘高元, 张海兵. MR mDIXON Quant 技术定量的冈上肌及冈下肌脂肪浸润与肩袖损伤程度的相关性[J]. *中国医学影像技术*, 2023, 39(3): 421-424.
- [20] 张联庆, 刘振兴. 冈上肌出口位 X 线片肩峰-肱骨头间距在肩袖损伤诊断中的意义[J]. *医疗装备*, 2019, 32(6): 43-44.

(收稿日期: 2024-04-20)