

DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20240791

· 论 著 ·

## 术前血脂对急性跟腱断裂患者术后恢复的影响

高润泽, 陈万卓, 仲 钺, 年申生\*, 谢 杨\*

海军军医大学(第二军医大学)第一附属医院创伤骨科, 上海 200433

**[摘要]** **目的** 探讨术前血脂水平对急性跟腱断裂(AATR)患者术后恢复的影响。**方法** 回顾性分析 2021 年 1 月至 2024 年 1 月我院创伤骨科收治的 353 例 AATR 患者的临床资料, 包括患者的一般临床资料及术前空腹状态下血生化相关指标。记录术后半年时患者的跟腱完全断裂评分(ATRS)和美国足踝矫形外科协会(AOFAS)踝-后足功能评分, 并进行分组: ATRS $\geq 80$  分为术后恢复良好组, ATRS $< 80$  分为术后恢复不良组; AOFAS 评分 $\geq 90$  分为术后恢复良好组, AOFAS 评分 $< 90$  分为术后恢复不良组。采用单因素和多因素 logistic 回归分析患者术后恢复的影响因素。**结果** 按 ATRS 分组中, 术后恢复良好组患者的血清甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)和低密度脂蛋白(LDL)水平低于术后恢复不良组(均  $P < 0.05$ ); 按 AOFAS 评分分组中, 术后恢复良好组患者的血清 TG、TC 水平低于术后恢复不良组(均  $P < 0.05$ )。单因素 logistic 回归分析结果显示, 按 ATRS 分组中, 血清 TG、TC、LDL 水平升高是 AATR 患者术后恢复不良的危险因素(均  $P < 0.05$ ); 按 AOFAS 评分分组中, 血清 TG、TC 水平升高是 AATR 患者术后恢复不良的危险因素(均  $P < 0.05$ )。多因素 logistic 回归分析结果显示, 血清 LDL 水平升高是 AATR 患者术后恢复不良的独立危险因素( $P < 0.05$ )。**结论** 术前血清 LDL 水平升高与 AATR 患者术后恢复不良的风险增加有关。对 AATR 患者进行术前血脂管理, 可能对其术后功能恢复具有积极作用。

**[关键词]** 跟腱断裂; 低密度脂蛋白; 危险因素; 围手术期; 预后

**[引用本文]** 高润泽, 陈万卓, 仲钺, 等. 术前血脂对急性跟腱断裂患者术后恢复的影响[J]. 海军军医大学学报, 2025, 46(7): 856-862. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20240791.

## Influence of preoperative blood lipid profiles on postoperative recovery in patients with acute Achilles tendon rupture

GAO Runze, CHEN Wanzhuo, ZHONG Cheng, NIAN Shensheng\*, XIE Yang\*

Department of Orthopaedics Trauma, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

**[Abstract]** **Objective** To investigate the influence of preoperative blood lipid levels on postoperative recovery in patients with acute Achilles tendon rupture (AATR). **Methods** The clinical data of 353 AATR patients treated in Department of Orthopaedics Trauma of our hospital from Jan. 2021 to Jan. 2024 were retrospectively analyzed, including general clinical information and preoperative fasting blood biochemistry indices. Patients' Achilles tendon total rupture score (ATRS) and American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle-hindfoot score were recorded 6 months postoperatively. Postoperative recovery was categorized as favorable if ATRS $\geq 80$  and poor if ATRS $< 80$ ; similarly, recovery was considered favorable if AOFAS score  $\geq 90$  and poor if AOFAS score  $< 90$ . Univariate and multivariate logistic regression analyses were done to investigate the influencing factors of patients' postoperative recovery. **Results** When categorized by ATRS, patients in the favorable postoperative recovery group exhibited significantly lower serum levels of triglyceride (TG), total cholesterol (TC), and low-density lipoprotein (LDL) compared to the poor postoperative recovery group (all  $P < 0.05$ ). Similarly, when categorized by AOFAS score, the favorable postoperative recovery group had lower serum TG and TC levels than the poor postoperative recovery group (both  $P < 0.05$ ). Univariate logistic regression analysis demonstrated that in the ATRS grouping, elevated serum levels of TG, TC and LDL were significantly associated with an increased risk of poor postoperative recovery in AATR patients (all  $P < 0.05$ ). Similarly, in the AOFAS score grouping, elevated serum levels of TG and TC were significantly correlated with an increased risk of poor postoperative recovery in AATR patients (both

**[收稿日期]** 2024-11-22 **[接受日期]** 2025-04-01

**[作者简介]** 高润泽, 硕士生. E-mail: drgrz0304@163.com

\*通信作者( Corresponding authors ). E-mail: ssnian@163.com, doctorx@smmu.edu.cn

$P<0.05$ ). Multivariate logistic regression analysis further identified that high serum LDL level was an independent predictor of poor postoperative recovery in AATR patients ( $P<0.05$ ). **Conclusion** High preoperative serum LDL level is associated with an increased risk of poor postoperative recovery in AATR patients. Therefore, preoperative blood lipid management in AATR patients may have positive effects on postoperative functional recovery.

[ **Key words** ] Achilles tendon rupture; low-density lipoprotein; risk factors; perioperative period; prognosis

[ **Citation** ] GAO R, CHEN W, ZHONG C, et al. Influence of preoperative blood lipid profiles on postoperative recovery in patients with acute Achilles tendon rupture[J]. Acad J Naval Med Univ, 2025, 46(7): 856-862. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20240791.

急性跟腱断裂 (acute Achilles tendon rupture, AATR) 是运动医学领域一种常见且严重的损伤, 在竞技体育领域, 它可能会对运动员的职业生涯造成毁灭性打击; 在普通人群中, 它也会严重干扰休闲运动爱好者的日常生活, 影响其活动能力和生活质量。此类损伤恢复周期较长, 临床治疗方案主要为保守治疗和手术治疗<sup>[1]</sup>。保守治疗虽有一定优势, 但存在跟腱恢复周期长、再断裂风险高等局限性。相比之下, 传统开放式手术不仅能实现跟腱的精准牢固修复, 还具有操作简便、效果显著的优势。特别是近年来随着手术技术的持续创新, 如采用改良 Kessler 缝合法后, 患者术后功能恢复良好, 并发症发生率显著降低, 疗效确切<sup>[2]</sup>。但是仍有部分患者会面临术后恢复周期长、踝关节活动受限等困扰日常生活的问题。鉴于上述情况, 探究影响 AATR 患者术后恢复的因素, 尤其是术前可调控的因素, 对于优化围手术期管理、改善患者预后具有重要意义。

血脂水平对骨科疾病患者术后恢复的影响已成为临床研究热点之一。研究显示, 血清总胆固醇 (total cholesterol, TC)、低密度脂蛋白 (low-density lipoprotein, LDL) 水平升高可能是股骨颈骨折 AO 中空加压螺钉内固定术后患者并发股骨头缺血性坏死的危险因素<sup>[3]</sup>。在脊柱外科领域, TC、LDL、高密度脂蛋白 (high-density lipoprotein, HDL) 水平异常亦被证实与 L<sub>1</sub>~L<sub>4</sub> 椎体骨折患者康复进程密切相关, 其中氧化型 LDL 胆固醇可抑制成骨细胞分化, 减少骨组织血液灌注, 从而阻碍骨折愈合<sup>[4]</sup>。术前血清甘油三酯 (triglyceride, TG)、TC 高水平及载脂蛋白 (apolipoprotein, Apo) A1 低水平可能是膝关节全膝关节置换术后患者恢复不良的危险因素<sup>[5]</sup>。既往研究发现, 空腹尿酸、TC、TG 等血清学指标升高与跟腱断裂风险增加有关<sup>[6]</sup>。然而, 目前尚不清楚血脂水平对 AATR 患者术后恢复的具体作用。本研究旨在探讨

AATR 患者术前空腹血脂水平对术后恢复的影响, 以期优化 AATR 患者围手术期管理策略、促进术后康复提供理论依据。

## 1 资料和方法

1.1 研究对象 本研究为病例对照研究, 选取 2021 年 1 月至 2024 年 1 月在我院创伤骨科确诊为 AATR 并接受改良 Kessler 缝合法手术治疗的患者 353 例作为研究对象。纳入标准: (1) 经临床症状、体征及影像学检查确诊为单侧 AATR, 病程在 1 周以内; (2) 损伤类型为闭合性损伤; (3) 跟腱断裂部位距离跟骨结节  $\geq 3$  cm; (4) 患者术后半年内能够按时进行门诊复查, 并配合完成相关评估。排除标准: (1) 双侧跟腱断裂或合并有其他损伤; (2) 跟腱断裂病程  $\geq 1$  周, 考虑为陈旧性损伤; (3) 开放性跟腱断裂; (4) 跟腱断裂部位距离跟骨结节  $< 3$  cm; (5) 术后半年未定期复查导致资料缺失者; (6) 合并有其他严重疾病, 如严重糖尿病、血脂严重异常、严重心脑血管疾病或严重肝肾功能不全等。

1.2 资料收集 收集患者的性别、年龄、身高、体重、BMI。所有患者入院后次日晨起空腹 (禁食至少 10 h) 采集血液标本, 检测术前血清指标, 包括 TG、TC、HDL、LDL、Apo A1、Apo B、血糖水平。术后半年患者于门诊复查时, 采用跟腱完全断裂评分 (Achilles tendon total rupture score, ATRS) 和美国足踝矫形外科协会 (American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS) 踝-后足功能评分对患者恢复情况进行评估。ATRS  $\geq 80$  分记为术后恢复良好, ATRS  $< 80$  分记为术后恢复不良; AOFAS 评分  $\geq 90$  分记为术后恢复良好, AOFAS 评分  $< 90$  分记为术后恢复不良。

1.3 手术方法 均采用椎管内麻醉, 或椎管内麻醉+神经阻滞麻醉。患者麻醉成功后取俯卧位, 于大腿根部扎止血带。抬高患肢并使用驱血带驱血, 随后

将止血带充气至 30~35 kPa。以跟腱断裂处为中心,做一长约 3~5 cm 纵行切口,暴露跟腱断端并标记两侧断端。在近端跟腱断端上方约 5 cm 处用尖刀于跟腱两侧各做一长约 0.5 cm 切口,用 5 号尼龙缝线由外侧切口横穿至内侧切口,缝线以 45°从跟腱中部走行,于近端断端内引出。将缝线穿入远端跟腱断端,于断端约 5 cm 处内侧穿出,并于同一水平外侧做一长约 0.5 cm 切口,将缝线由内向外横穿跟腱,再次从跟腱中部走行,最终于远端断端穿出,与缝线尾部交会。在近端跟腱断端上方约 3~4 cm 处重复上述操作,使不同距离穿入的 2 根缝线于断端交汇,同时打结收紧。用 2-0 可吸收缝线间断加强缝合 3~6 针,彻底冲洗伤口后,逐层缝合关闭切口。

1.4 术后管理 术后踝关节跖屈位短腿石膏固定 2 周,然后改为功能位石膏固定 2 周。4 周后拆除石膏进行踝关节跖屈和背伸锻炼,6 周后穿足跟垫高支具进行部分负重的下地行走,8 周后逐渐恢复下肢负重行走,12 周后完全恢复下肢负重行走。通过门诊复查随访指导患者术后功能锻炼。

1.5 统计学处理 应用 SPSS 25.0 软件进行统计

学分析。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用  $t$  检验;计数资料以例数表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法。将单因素 logistic 分析中  $P < 0.05$  的变量纳入多因素 logistic 回归分析,筛选 AATR 患者术后恢复的影响因素。检验水准 ( $\alpha$ ) 为 0.05。

2 结 果

2.1 患者一般资料比较 根据 ATRS 评估 AATR 患者的术后恢复情况,272 例患者术后恢复良好 (ATRS  $\geq 80$  分),81 例术后恢复不良 (ATRS  $< 80$  分),术后恢复良好组患者的血清 TG、TC 和 LDL 水平低于恢复不良组,差异有统计学意义 (均  $P < 0.05$ )。根据 AOFAS 评分评估 AATR 患者的术后恢复情况,281 例患者术后恢复良好 (AOFAS 评分  $\geq 90$  分),72 例术后恢复不良 (AOFAS 评分  $< 90$  分),术后恢复良好组患者的血清 TG、TC 水平低于恢复不良组,差异有统计学意义 (均  $P < 0.05$ )。无论按 ATRS 分组还是按 AOFAS 评分分组,两组患者在性别、年龄、BMI、HDL、Apo A1、Apo B 及空腹血糖方面的差异均无统计学意义 (均  $P > 0.05$ )。见表 1。

表 1 根据 ATRS 和 AOFAS 评分分组的 AATR 患者一般资料比较

| Tab 1 Comparison of baseline characteristics in AATR patients stratified by ATRS or AOFAS score assessment |                                     |                   |                     |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|---------|
| Index                                                                                                      | ATRS assessment <sup>a</sup>        |                   | Statistic           | P value |
|                                                                                                            | Favorable <i>N</i> =272             | Poor <i>N</i> =81 |                     |         |
| Gender, <i>n</i>                                                                                           |                                     |                   | Fisher's exact test | 0.624   |
| Male                                                                                                       | 268                                 | 79                |                     |         |
| Female                                                                                                     | 4                                   | 2                 |                     |         |
| Age/year, $\bar{x} \pm s$                                                                                  | 37.71 $\pm$ 7.45                    | 38.42 $\pm$ 6.70  | $t=0.774$           | 0.440   |
| BMI/(kg·m <sup>-2</sup> ), $\bar{x} \pm s$                                                                 | 25.58 $\pm$ 2.63                    | 25.74 $\pm$ 2.47  | $t=0.485$           | 0.628   |
| TG/(mmol·L <sup>-1</sup> ), $\bar{x} \pm s$                                                                | 1.68 $\pm$ 0.34                     | 1.82 $\pm$ 0.46   | $t=2.589$           | 0.011   |
| TC/(mmol·L <sup>-1</sup> ), $\bar{x} \pm s$                                                                | 4.37 $\pm$ 0.96                     | 4.66 $\pm$ 0.95   | $t=2.418$           | 0.016   |
| HDL/(mmol·L <sup>-1</sup> ), $\bar{x} \pm s$                                                               | 1.43 $\pm$ 0.36                     | 1.47 $\pm$ 0.37   | $t=0.920$           | 0.358   |
| LDL/(mmol·L <sup>-1</sup> ), $\bar{x} \pm s$                                                               | 2.89 $\pm$ 0.48                     | 3.05 $\pm$ 0.55   | $t=2.428$           | 0.017   |
| Apo A1/(mmol·L <sup>-1</sup> ), $\bar{x} \pm s$                                                            | 1.43 $\pm$ 0.24                     | 1.41 $\pm$ 0.26   | $t=-0.732$          | 0.465   |
| Apo B/(mmol·L <sup>-1</sup> ), $\bar{x} \pm s$                                                             | 1.11 $\pm$ 0.26                     | 1.14 $\pm$ 0.25   | $t=1.048$           | 0.295   |
| FBG/(mmol·L <sup>-1</sup> ), $\bar{x} \pm s$                                                               | 5.84 $\pm$ 0.86                     | 5.99 $\pm$ 0.83   | $t=1.462$           | 0.145   |
| Index                                                                                                      | AOFAS score assessment <sup>b</sup> |                   | Statistic           | P value |
|                                                                                                            | Favorable <i>N</i> =281             | Poor <i>N</i> =72 |                     |         |
| Gender, <i>n</i>                                                                                           |                                     |                   | Fisher's exact test | 0.606   |
| Male                                                                                                       | 277                                 | 70                |                     |         |
| Female                                                                                                     | 4                                   | 2                 |                     |         |
| Age/year, $\bar{x} \pm s$                                                                                  | 37.66 $\pm$ 7.43                    | 38.68 $\pm$ 6.66  | $t=1.059$           | 0.290   |
| BMI/(kg·m <sup>-2</sup> ), $\bar{x} \pm s$                                                                 | 25.60 $\pm$ 2.64                    | 25.67 $\pm$ 2.45  | $t=0.187$           | 0.852   |
| TG/(mmol·L <sup>-1</sup> ), $\bar{x} \pm s$                                                                | 1.68 $\pm$ 0.35                     | 1.82 $\pm$ 0.47   | $t=2.346$           | 0.021   |
| TC/(mmol·L <sup>-1</sup> ), $\bar{x} \pm s$                                                                | 4.38 $\pm$ 0.96                     | 4.66 $\pm$ 0.94   | $t=2.229$           | 0.026   |
| HDL/(mmol·L <sup>-1</sup> ), $\bar{x} \pm s$                                                               | 1.42 $\pm$ 0.36                     | 1.49 $\pm$ 0.36   | $t=1.509$           | 0.132   |
| LDL/(mmol·L <sup>-1</sup> ), $\bar{x} \pm s$                                                               | 2.91 $\pm$ 0.49                     | 2.98 $\pm$ 0.54   | $t=0.989$           | 0.323   |
| Apo A1/(mmol·L <sup>-1</sup> ), $\bar{x} \pm s$                                                            | 1.44 $\pm$ 0.25                     | 1.39 $\pm$ 0.26   | $t=-1.428$          | 0.154   |
| Apo B/(mmol·L <sup>-1</sup> ), $\bar{x} \pm s$                                                             | 1.11 $\pm$ 0.26                     | 1.15 $\pm$ 0.25   | $t=1.381$           | 0.168   |
| FBG/(mmol·L <sup>-1</sup> ), $\bar{x} \pm s$                                                               | 5.86 $\pm$ 0.85                     | 5.94 $\pm$ 0.86   | $t=0.743$           | 0.458   |

<sup>a</sup>: Postoperative recovery was categorized as favorable if ATRS  $\geq 80$  and poor if ATRS  $< 80$ ; <sup>b</sup>: Postoperative recovery was categorized as favorable if AOFAS score  $\geq 90$  and poor if AOFAS score  $< 90$ . ATRS: Achilles tendon total rupture score; AOFAS: American Orthopaedic Foot and Ankle Society; AATR: Acute Achilles tendon rupture; BMI: Body mass index; TG: Triglyceride; TC: Total cholesterol; HDL: High-density lipoprotein; LDL: Low-density lipoprotein; Apo: Apolipoprotein; FBG: Fasting blood glucose.

2.2 AATR 患者术后恢复的单因素 logistic 回归分析 将术后恢复良好与恢复不良作为因变量,以 年 龄、BMI、TG、TC、HDL、LDL、Apo A1、Apo B、空腹血糖为自变量,纳入 logistic 回归模型进行分析。变量赋值: ATRS $\geq$ 80 分赋值为 1, ATRS $<$ 80 分赋值为 0; AOFAS 评分 $\geq$ 90 分赋值为 1, AOFAS 评分 $<$ 90 分赋值

为 0。

单因素 logistic 回归分析结果显示,按 ATRS 分组中,血清 TG、TC、LDL 水平升高是 AATR 患者术后恢复不良的危险因素(均  $P<0.05$ ),见表 2;按 AOFAS 评分分组中,血清 TG 和 TC 水平升高是 AATR 患者术后恢复不良的危险因素(均  $P<0.05$ ),见表 3。

表 2 基于 ATRS 评估的 AATR 患者术后恢复的单因素 logistic 回归分析

Tab 2 Univariate logistic regression analysis of postoperative recovery in AATR patients stratified by ATRS assessment

| Variable | <i>b</i> | <i>SE</i> | <i>OR</i> (95% <i>CI</i> ) | <i>P</i> value |
|----------|----------|-----------|----------------------------|----------------|
| Age      | −0.013   | 0.017     | 0.987 (0.954, 1.021)       | 0.439          |
| BMI      | −0.240   | 0.049     | 0.977 (0.887, 1.075)       | 0.627          |
| TG       | −0.963   | 0.327     | 0.382 (0.201, 0.725)       | 0.003          |
| TC       | −0.320   | 0.134     | 0.726 (0.559, 0.944)       | 0.017          |
| HDL      | −0.324   | 0.353     | 0.723 (0.362, 1.443)       | 0.357          |
| LDL      | −0.652   | 0.254     | 0.521 (0.316, 0.857)       | 0.010          |
| Apo A1   | 0.376    | 0.513     | 1.456 (0.533, 3.976)       | 0.464          |
| Apo B    | −0.517   | 0.494     | 0.596 (0.227, 1.569)       | 0.295          |
| FBG      | −0.219   | 0.150     | 0.804 (0.599, 1.078)       | 0.145          |

ATRS: Achilles tendon total rupture score; AATR: Acute Achilles tendon rupture; BMI: Body mass index; TG: Triglyceride; TC: Total cholesterol; HDL: High-density lipoprotein; LDL: Low-density lipoprotein; Apo: Apolipoprotein; FBG: Fasting blood glucose; *b*: Regression coefficient; *SE*: Standard error; *OR*: Odds ratio; *CI*: Confidence interval.

表 3 基于 AOFAS 评分评估的 AATR 患者术后恢复的单因素 logistic 回归分析

Tab 3 Univariate logistic regression analysis of postoperative recovery in AATR patients stratified by AOFAS score assessment

| Variable | <i>b</i> | <i>SE</i> | <i>OR</i> (95% <i>CI</i> ) | <i>P</i> value |
|----------|----------|-----------|----------------------------|----------------|
| Age      | −0.019   | 0.018     | 0.981 (0.947, 1.017)       | 0.290          |
| BMI      | −0.010   | 0.051     | 0.991 (0.896, 1.094)       | 0.851          |
| TG       | −0.920   | 0.337     | 0.399 (0.206, 0.772)       | 0.006          |
| TC       | −0.308   | 0.140     | 0.735 (0.559, 0.967)       | 0.028          |
| HDL      | −0.557   | 0.370     | 0.573 (0.277, 1.184)       | 0.113          |
| LDL      | −0.259   | 0.262     | 0.772 (0.461, 1.290)       | 0.323          |
| Apo A1   | 0.767    | 0.539     | 2.152 (0.749, 6.184)       | 0.155          |
| Apo B    | −0.712   | 0.517     | 0.490 (0.178, 1.352)       | 0.168          |
| FBG      | −0.116   | 0.156     | 0.891 (0.657, 1.208)       | 0.457          |

AOFAS: American Orthopaedic Foot and Ankle Society; AATR: Acute Achilles tendon rupture; BMI: Body mass index; TG: Triglyceride; TC: Total cholesterol; HDL: High-density lipoprotein; LDL: Low-density lipoprotein; Apo: Apolipoprotein; FBG: Fasting blood glucose; *b*: Regression coefficient; *SE*: Standard error; *OR*: Odds ratio; *CI*: Confidence interval.

2.3 AATR 患者术后恢复的多因素 logistic 回归分析 按 ATRS 分组中,将术后恢复良好与恢复不良作为因变量,以 TG、TC、LDL 为自变量,进行多因素 logistic 回归分析,结果显示血清 LDL 水平升高是 AATR 患者术后恢复不良的危险因素( $P<0.05$ ),见表 4。

按 AOFAS 评分分组中,将术后恢复良好与恢复不良作为因变量,以 TG、TC 为自变量,进行多因素 logistic 回归分析,结果显示血清 TG、TC 水平升高与 AATR 患者术后恢复不良无统计学相关性( $P>0.05$ ),见表 5。

表 4 基于 ATRS 评估的 AATR 患者术后恢复的多因素 logistic 回归分析

Tab 4 Multivariate logistic regression analysis of postoperative recovery in AATR patients stratified by ATRS assessment

| Variable | <i>b</i> | <i>SE</i> | <i>OR</i> (95% <i>CI</i> ) | <i>P</i> value |
|----------|----------|-----------|----------------------------|----------------|
| TG       | -1.499   | 0.801     | 0.223 (0.046, 1.073)       | 0.061          |
| TC       | 0.188    | 0.324     | 1.206 (0.640, 2.275)       | 0.562          |
| LDL      | -0.751   | 0.262     | 0.472 (0.283, 0.789)       | 0.004          |

ATRS: Achilles tendon total rupture score; AATR: Acute Achilles tendon rupture; TG: Triglyceride; TC: Total cholesterol; LDL: Low-density lipoprotein; *b*: Regression coefficient; *SE*: Standard error; *OR*: Odds ratio; *CI*: Confidence interval.

表 5 基于 AOFAS 评分评估的 AATR 患者术后恢复的多因素 logistic 回归分析

Tab 5 Multivariate logistic regression analysis of postoperative recovery in AATR patients stratified by AOFAS score assessment

| Variable | <i>b</i> | <i>SE</i> | <i>OR</i> (95% <i>CI</i> ) | <i>P</i> value |
|----------|----------|-----------|----------------------------|----------------|
| TG       | -1.326   | 0.799     | 0.266 (0.055, 1.272)       | 0.097          |
| TC       | 0.183    | 0.327     | 1.201 (0.633, 2.281)       | 0.575          |

AOFAS: American Orthopaedic Foot and Ankle Society; AATR: Acute Achilles tendon rupture; TG: Triglyceride; TC: Total cholesterol; *b*: Regression coefficient; *SE*: Standard error; *OR*: Odds ratio; *CI*: Confidence interval.

### 3 讨论

本研究旨在探讨术前血生化指标对 AATR 患者术后恢复的影响。多因素 logistic 回归分析结果表明,血清 LDL 水平升高是术后患者 ATRS 降低的独立危险因素,这一发现为 AATR 患者的围术期管理提供了重要的临床参考依据,同时也引发了我们对 AATR 患者术后恢复相关因素的进一步思考。

血脂异常影响 AATR 患者术后恢复的具体机制尚不完全清楚。已有研究显示,高脂血症与跟腱断裂及术后并发症密切相关<sup>[7]</sup>。血清 LDL 水平与部分跟腱疾病的发病存在相关性。家族性高胆固醇血症作为最常见的遗传代谢疾病之一,是由一组遗传性疾病所引起,其典型特征为血脂重要成分之一的 LDL 水平异常升高<sup>[8]</sup>。这种升高会促使动脉粥样硬化斑块沉积,进而增加血栓形成的风险<sup>[9]</sup>。小血栓、闭塞性动脉疾病和血流量减少会扰乱肌腱的微血管系统,造成局部血液循环不足。局部血液循环不畅可进一步导致组织缺氧,同时使营养和能量代谢受到损害。这些不利因素相互叠加,极有可能在 AATR 患者术后恢复过程中发挥重要作用<sup>[10]</sup>。肌腱黄瘤(tendinous xanthoma, TX)主要由脂质和单核细胞衍生的泡沫细胞组成,通常由脂蛋白代谢紊乱引起<sup>[11]</sup>,且与冠状动脉粥样硬化存在独立关联,血脂水平的异常可能也会造成跟腱结构的改变<sup>[12-15]</sup>。TX 是部分肌腱(主要是跟腱和手部的伸

肌肌腱)内的脂质沉积物,会导致肌腱产生弥漫性或局灶性增厚,易引发炎症,偶尔也会导致疼痛与功能障碍<sup>[16]</sup>。既往研究发现, TX 在家族性高胆固醇血症患者中表现出一定的特异性<sup>[8]</sup>,但是也有部分家族性高胆固醇血症患者不会发生 TX,目前的研究尚不能很好地解释这一现象,这可能与巨噬细胞对氧化型 LDL 颗粒的炎症反应存在个体差异有关<sup>[17]</sup>。然而 Harada 等<sup>[18]</sup>和 Murano 等<sup>[19]</sup>的研究发现,家族性高胆固醇血症患者血清中胆固醇的浓度与跟腱断裂之间存在相关性,而 TX 患者发生跟腱断裂也较为常见。也有研究显示,跟腱断裂患者的血清胆固醇、TG 和 LDL 水平均高于健康人群,提示患者体内异常升高的特定血脂成分可能对跟腱的结构产生不利影响<sup>[20]</sup>。一项 meta 分析的结果同样显示跟腱结构变化和跟腱疼痛与 TG、TC、LDL 胆固醇水平升高以及 HDL 胆固醇水平降低有关<sup>[21]</sup>。跟腱损伤通常与其机械结构有关。跟腱主干的 70% 是胶原蛋白,其中 95% 为 I 型胶原蛋白<sup>[22-23]</sup>。人们最初认为 I 型胶原蛋白组装成纤维是一个自发和熵驱动的过程,然而有研究表明,胶原纤维的形成受细胞的密切调控,并与纤连蛋白的组装动态结合<sup>[24]</sup>。此外,有脂质沉积的血管平滑肌细胞(即平滑肌泡沫细胞)会导致胶原蛋白聚合异常,降低细胞胶原纤维的组装能力。这进一步改变了跟腱的结构,导致其强度降低<sup>[25-26]</sup>,这或许是影响血脂异常的跟腱术后患者功能恢复

的重要原因。本研究结果表明,术前血脂水平在AATR患者的术后恢复中扮演着关键角色。多因素logistic回归分析结果显示,血清LDL水平升高与患者术后恢复不良相关。这一结果与既往研究结果<sup>[7]</sup>相符,进一步表明血脂异常,尤其是LDL水平升高对AATR患者恢复的不利影响。推测可能与动脉粥样硬化影响跟腱局部血液循环,进而干扰术后跟腱组织修复过程中的营养供应和能量代谢有关。

在手术方法及术后管理方面,本研究中所有患者均采用改良Kessler缝合法进行手术治疗,并遵循统一的术后康复方案,这在一定程度上控制了手术操作及术后早期处理对研究结果的影响。然而,我们也意识到不同手术技巧及术后康复训练的个体差异可能对最终结果产生潜在的影响。如手术过程中缝线的张力调整、打结方式以及术后早期康复训练的强度和频率等因素,虽然在本研究中未进行深入探讨,但在实际临床工作中可能会对患者的术后恢复产生重要影响。

本研究中,虽然单因素分析结果显示ATRS评估术后恢复良好组与恢复不良组患者血清TG、TC和LDL水平存在显著差异,AOFAS评分评估术后恢复良好组与恢复不良组患者血清TG和TC水平存在显著差异,但在多因素logistic分析中,以AOFAS评分评估时,血清TG、TC水平升高与患者术后恢复无明显关联。这一现象提示不同的评分系统在评估AATR患者术后恢复情况时可能具有不同的侧重点和敏感性。ATRS和AOFAS评分在评估跟腱修复术后的功能恢复情况时具有较好的相关性,两者具有相似的评估效果,然而AOFAS评分评估相对客观,ATRS在评估跟腱术后康复效果时,由患者自评,有一定的主观性。因此,联合使用量表的评估方法将研究者的客观评估与患者的主观感受进行有效结合,可以使评估结果更全面、更准确<sup>[27]</sup>。

本研究存在一定的局限性。一方面,本研究采用回顾性调查设计,虽能发现变量间的相关性,但无法证实因果关系,需进一步开展前瞻性调查研究加以验证。另一方面,患者术前血清中的指标除血糖、血脂外,还有其他代谢产物,如尿酸等,这些也可能影响患者术后恢复,但本研究未予涉及,有待进一步探索。此外,本研究仅收集了术前血脂、血糖等数据,缺乏术后动态监测数据,故无法了解

这些指标在术后恢复过程中的变化规律以及它们对预后的长期影响,未来研究应设计更为全面的监测方案,包括术前及术后定期检测相关指标,从而更深入地探究其与AATR患者术后恢复的关系。

综上所述,术前血清LDL水平升高是AATR患者术后恢复不良的危险因素,因此对AATR患者进行术前血脂管理有利于患者术后功能的恢复。

## [参 考 文 献]

- [1] XERGIA S A, TSARBOU C, LIVERIS N I, et al. Risk factors for Achilles tendon rupture: an updated systematic review[J]. *Phys Sportsmed*, 2023, 51(6): 506-516. DOI: 10.1080/00913847.2022.2085505.
- [2] 石守印,海拉提·巴合提,孙俊刚,等.小切口+改良Kessler缝合法治疗急性闭合性跟腱断裂[J].*实用骨科杂志*,2024,30(4):372-374. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2024.04.002.
- [3] 何澄,郭慧.血脂异常在股骨颈骨折术后股骨头缺血坏死的诊断价值研究[J].*中国实验诊断学*,2011,15(11):1951-1953. DOI: 10.3969/j.issn.1007-4287.2011.11.064.
- [4] 姚华龙.血脂代谢对骨折康复期患者骨密度的影响[J].*检验医学与临床*,2023,20(1):58-61,66. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9455.2023.01.014.
- [5] 陈万卓,李涛,张海宁.术前血脂和血糖对原发性膝关节炎全膝关节置换术患者术后恢复的影响[J].*精准医学杂志*,2023,38(5):431-435. DOI: 10.13362/j.jpmed.202305013.
- [6] 陈东亮,刘鹏,刘金伟,等.应用倾向性评分分析男性跟腱断裂的危险因素[J].*中国医师杂志*,2022,24(10):1474-1478. DOI: 10.3760/cma.j.cn431274-20220307-00164.
- [7] TRIVEDI N N, VARSHNEYA K, BLAKE CALCEI J, et al. Achilles tendon repairs: identification of risk factors for and economic impact of complications and reoperation[J]. *Sports Health*, 2023, 15(1): 124-130. DOI: 10.1177/19417381221087246.
- [8] BAILA-RUEDA L, LAMIQUIZ-MONEO I, JARAUTA E, et al. Association between non-cholesterol sterol concentrations and Achilles tendon thickness in patients with genetic familial hypercholesterolemia[J]. *J Transl Med*, 2018, 16(1): 6. DOI: 10.1186/s12967-018-1380-3.
- [9] BADIMON L, VILAHUR G. Thrombosis formation on atherosclerotic lesions and plaque rupture[J]. *J Intern Med*, 2014, 276(6): 618-632. DOI: 10.1111/joim.12296.
- [10] JÄRVINEN M, JÓZSA L, KANNUS P, et al. Histopathological findings in chronic tendon disorders[J]. *Scand J Med Sci Sports*, 1997, 7(2): 86-95. DOI: 10.1111/j.1600-0838.1997.tb00124.x.

- [11] KRUTH H S. Lipid deposition in human tendon xanthoma[J]. *Am J Pathol*, 1985, 121(2): 311-315.
- [12] HIROBE K, MATSUZAWA Y, ISHIKAWA K, et al. Coronary artery disease in heterozygous familial hypercholesterolemia[J]. *Atherosclerosis*, 1982, 44(2): 201-210. DOI: 10.1016/0021-9150(82)90114-9.
- [13] FERRIÈRES J, LAMBERT J, LUSSIER-CACAN S, et al. Coronary artery disease in heterozygous familial hypercholesterolemia patients with the same LDL receptor gene mutation[J]. *Circulation*, 1995, 92(3): 290-295. DOI: 10.1161/01.cir.92.3.290.
- [14] OOSTERVEER D M, VERSMISSEN J, YAZDANPANAH M, et al. Differences in characteristics and risk of cardiovascular disease in familial hypercholesterolemia patients with and without tendon xanthomas: a systematic review and meta-analysis[J]. *Atherosclerosis*, 2009, 207(2): 311-317. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2009.04.009.
- [15] CIVEIRA F, CASTILLO S, ALONSO R, et al. Tendon xanthomas in familial hypercholesterolemia are associated with cardiovascular risk independently of the low-density lipoprotein receptor gene mutation[J]. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2005, 25(9): 1960-1965. DOI: 10.1161/01.atv.0000177811.14176.2b.
- [16] KRUTH H S. Lipid deposition in human tendon xanthoma[J]. *Am J Pathol*, 1985, 121(2): 311-315.
- [17] MARTÍN-FUENTES P, CIVEIRA F, SOLANAS-BARCA M, et al. Overexpression of the *CXCL3* gene in response to oxidized low-density lipoprotein is associated with the presence of tendon xanthomas in familial hypercholesterolemia[J]. *Biochem Cell Biol*, 2009, 87(3): 493-498. DOI: 10.1139/o09-006.
- [18] HARADA T, INAGAKI-TANIMURA K, NAGAO M, et al. Frequency of Achilles tendon xanthoma in patients with acute coronary syndrome[J]. *J Atheroscler Thromb*, 2017, 24(9): 949-953. DOI: 10.5551/jat.37770.
- [19] MURANO S, SHINOMIYA M, SHIRAI K, et al. Characteristic features of long-living patients with familial hypercholesterolemia in Japan[J]. *J Am Geriatr Soc*, 1993, 41(3): 253-257. DOI: 10.1111/j.1532-5415.1993.tb06702.x.
- [20] YANG Y P, TAO L Y, GAO J N, et al. Elevated lipid levels in patients with Achilles tendon ruptures: a retrospective matching study[J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8(5): 217. DOI: 10.21037/atm.2020.01.11.
- [21] TILLEY B J, COOK J L, DOCKING S I, et al. Is higher serum cholesterol associated with altered tendon structure or tendon pain? A systematic review[J]. *Br J Sports Med*, 2015, 49(23): 1504-1509. DOI: 10.1136/bjsports-2015-095100.
- [22] LIU S H, YANG R S, AL-SHAikh R, et al. Collagen in tendon, ligament, and bone healing. A current review[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1995(318): 265-278.
- [23] KJAER M. Role of extracellular matrix in adaptation of tendon and skeletal muscle to mechanical loading[J]. *Physiol Rev*, 2004, 84(2): 649-698. DOI: 10.1152/physrev.00031.2003.
- [24] LI S, VAN DEN DIEPSTRATEN C, D'SOUZA S J, et al. Vascular smooth muscle cells orchestrate the assembly of type I collagen via  $\alpha 2\beta 1$  integrin, RhoA, and fibronectin polymerization[J]. *Am J Pathol*, 2003, 163(3): 1045-1056. DOI: 10.1016/S0002-9440(10)63464-5.
- [25] FRONTINI M J, O'NEIL C, SAWYEZ C, et al. Lipid incorporation inhibits Src-dependent assembly of fibronectin and type I collagen by vascular smooth muscle cells[J]. *Circ Res*, 2009, 104(7): 832-841. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.108.187302.
- [26] BIANCALANA A, VELLOSO L A, TABOGA S R, et al. Implications of obesity for tendon structure, ultrastructure and biochemistry: a study on Zucker rats[J]. *Micron*, 2012, 43(2/3): 463-469. DOI: 10.1016/j.micron.2011.11.002.
- [27] 王玉仲, 梁丹艳, 郝江慧, 等. 跟腱完全断裂评分在急性跟腱断裂中的应用[J]. *中国康复理论与实践*, 2020, 26(6): 707-710. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2020.06.016.

[本文编辑] 商素芳