

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2024.17.009

# 孕早期及孕中期血清 PP-13 和 ADMA 对子痫前期孕妇分娩方式的预测价值<sup>\*</sup>

沈丽丹

江苏省张家港市第一人民医院产科,江苏张家港 215600

**摘要:**目的 分析孕早期、孕中期血清半乳糖凝集素-13(PP-13)、非对称性二甲基精氨酸(ADMA)对子痫前期孕妇分娩方式的预测价值。方法 回顾性收集 2020 年 1 月至 2022 年 12 月在该院产科分娩的 120 例孕妇的临床资料,其中子痫前期孕妇 76 例,按照子痫前期严重程度分为轻度组 52 例、重度组 24 例,另选取同期正常孕妇 44 例作为对照组,采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测 PP-13 和 ADMA 水平。比较 3 组研究对象 PP-13、ADMA 水平,比较不同分娩方式孕妇 PP-13、ADMA 水平,绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析 PP-13、ADMA 预测子痫前期孕妇分娩方式的效能。结果 孕早期及孕中期 PP-13 水平均为重度组<轻度组<对照组,且任意两组间比较,差异均有统计学意义( $P<0.05$ );而孕早期及孕中期 ADMA 水平均为重度组>轻度组>对照组,且任意两组间比较,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。剖宫产比例为重度组>轻度组>对照组,自然分娩比例及阴道助产比例为重度组<轻度组<对照组,且任意两组间比较,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。自然分娩孕妇孕早期、孕中期 PP-13 水平均高于其他分娩方式孕妇,ADMA 水平均低于其他分娩方式孕妇,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。ROC 曲线分析显示,孕早期 PP-13、孕早期 ADMA、孕中期 PP-13、孕中期 ADMA 预测子痫前期孕妇自然分娩的曲线下面积(AUC)分别为 0.806、0.963、0.781、0.673。结论 孕早期 PP-13、孕早期 ADMA、孕中期 PP-13 可能可以用于子痫前期孕妇分娩方式的预测。

**关键词:**孕早期; 孕中期; 半乳糖凝集素-13; 非对称性二甲基精氨酸; 子痫前期; 分娩方式

**中图法分类号:**R446.9;R714.2

**文献标志码:**A

**文章编号:**1672-9455(2024)17-2508-05

## Predictive value of serum PP-13 and ADMA in early and middle pregnancy on delivery mode in pregnant women with preeclampsia<sup>\*</sup>

SHEN Lidan

Department of Obstetrics, Zhangjiagang First People's Hospital, Zhangjiagang, Jiangsu 215600, China

**Abstract: Objective** To analyze the predictive value of galectin-13 (PP-13) and asymmetric dimethylarginine (ADMA) in the first and second trimesters of pregnancy for delivery mode in pregnant women with preeclampsia. **Methods** The clinical data of 120 pregnant women who delivered in the Department of Obstetrics in Zhangjiagang First People's Hospital from January 2020 to December 2022 were collected retrospectively, including 76 pregnant women with preeclampsia. According to the severity of preeclampsia, they were divided into mild group (52 cases) and severe group (24 cases), and 44 normal pregnant women were selected as the control group. The levels of PP-13 and ADMA were detected by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). The levels of PP-13, ADMA in the three groups and women with different ways childbirth were compared, the receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the predictive value of PP-13 and ADMA in the first and second trimesters of pregnancy for delivery mode in patients with preeclampsia. **Results** The levels of PP-13 in the severe group, the mild group and the control group increased in turn in the first and second trimester of pregnancy, the differences between each two groups were statistically significant ( $P<0.05$ ). The level of ADMA in the severe group, the mild group and the control group decreased successively in the first and second trimester of pregnancy, the differences between each two groups were statistically significant ( $P<0.05$ ). The proportion of cesarean section in the severe group, the mild group and the control group decreased in turn, and the proportion of natural delivery and vaginal assisted delivery in the severe group, the mild group and the control group increased in turn, the differences were statistically significant

\* 基金项目:江苏省张家港市科技计划项目(ZKS1939)。

作者简介:沈丽丹,女,副主任医师,主要从事围产医学研究。

( $P<0.05$ ). The levels of PP-13 in the first and second trimester of pregnant women with natural delivery were higher than those in pregnant women with other delivery modes, and the levels of ADMA in the second trimester of pregnant women with natural delivery were lower than those in pregnant women with other delivery modes, the differences were statistically significant ( $P<0.05$ ). ROC curve showed that the area under curve (AUC) of PP-13 in the first trimester, ADMA in the first trimester, PP-13 in the second trimester ADMA in the second trimester predicting natural childbirth were 0.806, 0.963, 0.781, 0.673 respectively. **Conclusion** PP-13 in the first trimester, ADMA in the first trimester and PP-13 in the second trimester may be used to predict the mode of delivery.

**Key words:** first trimester; second trimester; galectin-13; asymmetric dimethylarginine; pre-eclampsia; mode of delivery

子痫前期是产科中比较常见的一种妊娠并发症, 轻者影响母婴健康, 重者影响母婴生命安全<sup>[1-2]</sup>。因此, 寻找可以反映子痫前期严重程度、预测妊娠结局的相关指标, 有助于临床治疗子痫前期, 改善妊娠结局<sup>[3]</sup>。相关研究表明, 半乳糖凝集素-13(PP-13)是一种胎盘特异性蛋白, 主要在胎盘滋养层细胞中表达, 并参与胎盘的形成和维持, 血清 PP-13 水平的异常变化可能与胎盘功能不全、滋养层细胞损伤及血管内皮功能障碍等子痫前期的病理、生理过程密切相关。因此, 检测孕妇血清中的 PP-13 水平可能有助于子痫前期的早期预测<sup>[4]</sup>。非对称性二甲基精氨酸(ADMA)是一种内源性一氧化氮合酶(NOS)抑制剂, 能够抑制 NOS 的活性, 从而减少一氧化氮(NO)的生成。NO 是一种重要的血管舒张因子, 对于维持正常的血管内皮功能和血压稳态至关重要。ADMA 可能通过抑制 NO 的生成, 导致血管内皮功能障碍和高血压的发生, 进而参与子痫前期的发病过程。由此可知, 孕妇血清中的 PP-13 和 ADMA 水平可以反映胎盘功能和血管内皮功能的状态, 为子痫前期的早期预测、诊断和病情评估提供有价值的参考信息, 基于此, 本研究分析了孕早期及孕中期孕妇 PP-13、ADMA 的变化及其与不良妊娠结局的关系, 现报道如下。

1 资料与方法

**1.1 一般资料** 回顾性收集 2020 年 1 月至 2022 年 12 月在本院产科分娩的 120 例孕妇的临床资料, 其中子痫前期孕妇 76 例, 按照子痫前期严重程度分为轻度组 52 例, 重度组 24 例。纳入标准: (1) 符合《妇产

科学(第 9 版)》<sup>[5]</sup>中相关诊断标准; (2) 血压持续上升, 收缩压 $\geq 140$  mmHg, 舒张压 $\geq 90$  mmHg。排除标准: (1) 合并肝脏、肾脏疾病; (2) 合并甲状腺疾病; (3) 合并心血管疾病; (4) 孕期因各种原因终止妊娠。分组标准: 轻度子痫前期为妊娠 20 周后出现血压 $\geq 140/90$  mmHg, 尿蛋白 $\geq 0.3$  g/24 h 或随机尿蛋白(+); 重度子痫前期为妊娠 20 周后出现血压 $\geq 160/110$  mmHg, 尿蛋白 $\geq 2.0$  g/24 h 或随机尿蛋白(+++), 血肌酐 $>1\,061\,\mu\text{mol/L}$ , 血小板计数 $<100\times 10^9/\text{L}$ , 合并微血管病性溶血, 血清丙氨酸转氨酶或天冬氨酸转氨酶升高, 持续性头痛或存在脑神经、视觉障碍, 持续性上腹不适<sup>[6]</sup>。另选取同期在本院产检的正常孕妇 44 例作为对照组。3 组研究对象年龄、体温、体质量指数(BMI)比较, 差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。3 组收缩压、舒张压、孕周、胎盘重量比较, 差异均有统计学意义( $P<0.05$ ), 见表 1。本研究方案已获得本院医学伦理委员会审批同意(伦理审批号: 2020-0133)。

**1.2 方法** 通过病历档案系统, 收集所有研究对象相关临床资料。梳理所有研究对象在妊娠 9~11 周及 19~21 周的空腹肘静脉血检测结果。静脉血采集及检测方法: 采集研究对象空腹 12 h 的静脉血 5 mL, 静置 2 h 后, 离心处理(转速 3 000 r/min, 离心半径 8 cm, 离心时间 5 min)后取上层血清置于-70℃低温冰箱保存待测。采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清 PP-13、ADMA 水平, 试剂盒由上海活乐生物科技有限公司提供, 所有操作严格按照试剂盒说明书进行。

表 1 3 组研究对象一般资料比较( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别       | <i>n</i> | 年龄<br>(岁)  | 体温<br>(℃)  | BMI<br>(kg/m <sup>2</sup> ) | 收缩压<br>(mmHg) | 舒张压<br>(mmHg) | 孕周<br>(周)  | 胎盘重量<br>(kg) |
|----------|----------|------------|------------|-----------------------------|---------------|---------------|------------|--------------|
| 重度组      | 24       | 28.58±3.66 | 36.47±0.47 | 25.55±4.80                  | 184.13±5.47   | 113.03±7.65   | 35.43±2.16 | 4.74±1.55    |
| 轻度组      | 52       | 28.51±4.26 | 36.44±0.56 | 25.45±5.48                  | 145.42±5.67   | 92.45±8.77    | 35.44±2.42 | 4.74±1.56    |
| 对照组      | 44       | 29.19±4.26 | 36.46±0.67 | 25.57±4.98                  | 112.89±12.38  | 79.68±10.68   | 38.78±2.68 | 7.89±2.16    |
| <i>F</i> |          | 0.844      | 0.090      | 0.092                       | 527.118       | 99.513        | 25.428     | 42.654       |
| <i>P</i> |          | 0.400      | 0.928      | 0.927                       | <0.001        | <0.001        | <0.001     | <0.001       |

**1.3 观察指标** 比较 3 组研究对象血清 PP-13、ADMA 水平; 比较不同分娩方式[剖宫产、其他(阴道助

产+自然分娩)]孕妇血清 PP-13、ADMA 水平;分析血清 PP-13、ADMA 预测子痫前期孕妇分娩方式的价值。

**1.4 统计学处理** 采用 SPSS22.0 统计软件进行数据处理及统计分析。呈正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,多组间比较采用单因素 ANOVA 分析,多组间两两比较采用 SNK-*q* 检验;呈非正态分布的计量资料以  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验;计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验;绘制受试者工作特征 (ROC) 曲线评估血

清 PP-13、ADMA 预测子痫前期孕妇分娩方式的效能。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结 果

**2.1 3 组孕早期与孕中期血清 PP-13、ADMA 水平比较** 孕早期及孕中期 PP-13 水平均为重度组 < 轻度组 < 对照组,且任意两组间比较,差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ );而孕早期及孕中期 ADMA 水平均为重度组 > 轻度组 > 对照组,两两组间比较,差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 3 组孕早期与孕中期血清 PP-13、ADMA 水平比较( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别       | <i>n</i> | 孕早期 PP-13(pg/mL)         | 孕中期 PP-13(pg/mL)          | 孕早期 ADMA( $\mu$ mol/L)  | 孕中期 ADMA( $\mu$ mol/L)  |
|----------|----------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 重度组      | 24       | 27.96±15.89 <sup>*</sup> | 52.69±13.87 <sup>*#</sup> | 7.89±2.59 <sup>*#</sup> | 4.89±1.89 <sup>*#</sup> |
| 轻度组      | 52       | 43.87±15.78 <sup>*</sup> | 63.57±21.68 <sup>*</sup>  | 3.78±1.87 <sup>*</sup>  | 2.18±1.26 <sup>*</sup>  |
| 对照组      | 44       | 132.25±42.19             | 156.78±48.79              | 0.37±0.16               | 1.78±0.26               |
| <i>F</i> |          | 152.195                  | 117.321                   | 156.892                 | 57.975                  |
| <i>P</i> |          | <0.001                   | <0.001                    | <0.001                  | <0.001                  |

注:与对照组比较,<sup>\*</sup>  $P < 0.05$ ;与轻度组比较,<sup>#</sup>  $P < 0.05$ 。

**2.2 3 组分娩方式比较** 剖宫产比例为重度组 > 轻度组 > 对照组,自然分娩比例及阴道助产比例为重度组 < 轻度组 < 对照组,且任意两组间比较,差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

**2.3 不同分娩方式孕妇血清 PP-13、ADMA 水平比较** 自然分娩孕妇孕早期、孕中期 PP-13 水平均高于其他分娩方式孕妇,ADMA 水平均低于其他分娩方式孕妇,差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 4。

**2.4 血清 PP-13、ADMA 预测子痫前期孕妇分娩方式的价值** 以剖宫产、阴道助产孕妇为对照,绘制孕早期 PP-13、孕早期 ADMA、孕中期 PP-13、孕中期 ADMA 预测子痫前期孕妇自然分娩的 ROC 曲线,结

果显示,孕早期 PP-13、孕早期 ADMA、孕中期 PP-13、孕中期 ADMA 预测子痫前期孕妇自然分娩的曲线下面积 (AUC) 分别为 0.806、0.963、0.781、0.673。见表 5。

表 3 3 组分娩方式比较[*n*(%)]

| 组别       | <i>n</i> | 剖宫产                      | 阴道助产                   | 自然分娩                  |
|----------|----------|--------------------------|------------------------|-----------------------|
| 重度组      | 24       | 24(100.00) <sup>*#</sup> | 0(0.00) <sup>*#</sup>  | 0(0.00) <sup>*#</sup> |
| 轻度组      | 52       | 40(76.92) <sup>*</sup>   | 10(19.23) <sup>*</sup> | 2(3.85) <sup>*</sup>  |
| 对照组      | 44       | 6(13.60)                 | 12(27.30)              | 26(59.10)             |
| $\chi^2$ |          |                          | 6.464                  |                       |
| <i>P</i> |          |                          | 0.011                  |                       |

注:与对照组比较,<sup>\*</sup>  $P < 0.05$ ;与轻度组比较,<sup>#</sup>  $P < 0.05$ 。

表 4 不同分娩方式孕妇孕早期与孕中期血清 PP-13、ADMA 水平比较[ $M(P_{25}, P_{75})$ ]

| 分娩方式     | <i>n</i> | 孕早期 PP-13(pg/mL)     | 孕中期 PP-13(pg/mL)      | 孕早期 ADMA( $\mu$ mol/L) | 孕中期 ADMA( $\mu$ mol/L) |
|----------|----------|----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 自然分娩方式   | 28       | 131.23(91.05,174.14) | 149.70(106.65,206.69) | 0.43(0.27,0.51)        | 1.81(1.65,1.99)        |
| 其他分娩方式   | 92       | 45.17(30.11,60.05)   | 65.56(49.28,86.65)    | 4.25(1.01,5.63)        | 2.35(1.51,3.90)        |
| <i>Z</i> |          | 6.003                | 6.335                 | 5.616                  | 2.184                  |
| <i>P</i> |          | <0.001               | <0.001                | <0.001                 | <0.001                 |

表 5 血清 PP-13、ADMA 预测子痫前期孕妇分娩方式的效能

| 指标        | AUC   | AUC 的 95%CI | Cut-off 值        | <i>P</i> | 灵敏度   | 特异度   |
|-----------|-------|-------------|------------------|----------|-------|-------|
| 孕早期 PP-13 | 0.806 | 0.686~0.926 | 81.13 pg/mL      | 0.001    | 0.929 | 0.609 |
| 孕早期 ADMA  | 0.963 | 0.911~1.000 | 0.61 $\mu$ mol/L | <0.001   | 0.929 | 0.957 |
| 孕中期 PP-13 | 0.781 | 0.657~0.905 | 87.12 pg/mL      | 0.002    | 0.929 | 0.543 |
| 孕中期 ADMA  | 0.673 | 0.544~0.803 | 1.80 $\mu$ mol/L | 0.051    | 0.857 | 0.630 |

### 3 讨 论

子痫前期的具体发病机制目前还不明确,PP-13 属于半乳糖凝集素家族的成员之一,是一种可溶性胞浆蛋白,主要存在于细胞表面上,具有调节糖链的作用,是细胞及其细胞基质中不可或缺的部分。相关研究指出,PP-13 可由胎盘合体滋养细胞分泌,能调控胎盘发育<sup>[7]</sup>。随着母体妊娠进程的发展,凋亡的细胞逐渐进入母体血液循环中,导致 PP-13 同时进入母体血液中,因此,PP-13 也是反映滋养细胞凋亡的一项指标,该指标水平越高,说明滋养细胞凋亡越多。PP-13 还能通过诱导滋养细胞释放亚油酸,促使前列腺素增加,对血管具有重塑作用,同时还能结合膜联蛋白,在合体滋养细胞中进行表达,具有调节胎盘分化,促进微绒毛生长等作用,是胎盘凝血中不可或缺的成分<sup>[8]</sup>。既往研究表明,整个孕期中,正常孕妇血清中的 PP-13 水平呈现上升趋势,孕晚期可达 382 pg/mL,血清 PP-13 水平随着孕周增加而升高,与胎盘生长呈正相关,是参与妊娠的重要物质<sup>[9]</sup>。本研究中,在孕早期与孕中期,重度组、轻度组的 PP-13 水平均低于对照组,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。分析原因在于:重度组和轻度组孕妇的血管紧张素转换酶抑制剂(ACEI)水平较高,而 ACEI 可以抑制 PP-13 的生成。PP-13 是一种具有血管活性的肽类物质,其水平降低可能导致血管收缩和血压升高,从而增加子痫前期重度组和轻度组孕妇发生妊娠期高血压疾病的风险<sup>[10]</sup>。国外有研究指出,血清 PP-13 的异常表达与子痫前期疾病严重程度密切相关<sup>[11-12]</sup>。

ADMA 属于机体中内源性左旋氨基酸,可以通过一氧化氮合酶(eNOS)对内皮功能产生相应影响,最终影响 NO 的合成,被认为是血管损伤、内皮功能障碍的独立危险因素<sup>[13-15]</sup>。相关研究指出,正常妊娠孕妇的孕早期及孕中期 ADMA 水平较低,直到妊娠 24 周才会上升到孕前水平,分娩之后,其水平又会降低<sup>[16]</sup>。本研究结果显示,不管是孕早期还是孕中期,重度组 ADMA 水平均高于轻度组与对照组,分析原因为子痫前期导致血管内皮损伤,胎盘血流灌注减少,ADMA 水平降低。而 ADMA 也可通过抑制 eNOS 的活性,触发血管内皮损伤,使孕妇 NO 合成减少,改变孕妇血管形态,增加收缩,减少胎盘血流灌注,最终加重子痫前期病情<sup>[17-19]</sup>。

本研究结果显示,自然分娩孕妇孕早期、孕中期 PP-13 水平均高于其他分娩方式孕妇,而 ADMA 水平均低于其他分娩方式孕妇,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。分析原因在于,自然分娩的孕妇可能具有更高的代谢率,这有助于维持健康的体质量和良好的代谢状态,从而减少并发症的风险,相比之下,剖宫产孕妇可能更容易出现代谢紊乱,导致 PP-13 和 ADMA 水平的变化。并且自然分娩孕妇的免疫系统可能更活跃,这有助于抵御感染和疾病的发生<sup>[20]</sup>。相比

之下,剖宫产孕妇的免疫系统可能受到手术和麻醉的影响,导致免疫功能下降,进而影响 PP-13 和 ADMA 水平。且 ROC 曲线分析结果显示,孕早期 PP-13、孕中期 PP-13、孕早期 ADMA 预测子痫前期孕妇自然分娩的 AUC 分别为 0.806、0.781、0.963,均有较高的临床参考价值。说明临床可将孕早期 PP-13、孕中期 PP-13、孕早期 ADMA 水平用于辅助预测子痫前期孕妇分娩方式,以实施早期针对性干预,降低不良分娩方式发生率。

综上所述,子痫前期孕妇存在 PP-13、ADMA 异常变化,孕早期 PP-13、ADMA 水平及孕中期 PP-13 水平可用于子痫前期孕妇分娩方式预测。

### 参考文献

- [1] 宋鹏书,何升.铁死亡在重度子痫前期发生发展中的作用[J].中国优生与遗传杂志,2020,28(5):652-654.
- [2] 李可,朱大伟,陈建昆,等.子痫前期发病机制与临床治疗研究进展[J].解放军医学杂志,2019,44(5):423-429.
- [3] 侯书宁,程文国,刘艳,等.子痫前期孕妇实验室指标水平及其对妊娠结局的影响[J].安徽医学,2020,41(4):439-442.
- [4] ASILTAS B,SURMEN-GUR E,UNCU G. Prediction of first-trimester preeclampsia: relevance of the oxidative stress marker MDA in a combination model with PP-13, PAPP-A and beta-HCG [J]. Pathophysiology, 2018, 25 (2):131-135.
- [5] 谢幸,孔北华,段涛.妇产科学[M].9版.北京:人民卫生出版社,2018:201.
- [6] 中华医学会心血管病学分会女性心脏健康学组,中华医学会心血管病学分会高血压学组.妊娠期高血压疾病血压管理专家共识(2019)[J].中华心血管病杂志,2020,48 (3):195-204.
- [7] CRONQVIST T,ERLANDSSON L,TANNETTA D,et al. Placental syncytiotrophoblast extracellular vesicles enter primary endothelial cells through clathrin-mediated endocytosis[J]. Placenta,2020,100:133-141.
- [8] 史娜娜,周芳芳.PP13、PlGF、sFlt-1 联合检测诊断及预测早期子痫前期价值[J].中国计划生育学杂志,2020,28 (5):734-738.
- [9] 颜露春,朱广源,李小林,等.子痫前期孕妇外周血 sFlt-1、PlGF、PP-13、sEng 的表达及其与子宫动脉血流的相关性研究[J].中国生育健康杂志,2019,30(3):237-240.
- [10] VASILACHE I A,CARAULEANU A,SOCOLOV D,et al. Predictive performance of first trimester serum galectin-13/ PP-13 in preeclampsia screening: a systematic review and Meta-analysis[J]. Exp Ther Med,2022,23(6):370.
- [11] SAMMAR M,DRAGOVIC R,MEIRI H,et al. Reduced placental protein 13 (PP13) in placental derived syncytiotrophoblast extracellular vesicles in preeclampsia: a novel tool to study the impaired cargo transmission of the placenta to the maternal organs[J]. Placenta,2018,66: 17-25.

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2024.17.010

胫骨横向骨搬运治疗下肢血栓闭塞性脉管炎的临床研究<sup>\*</sup>高剑波<sup>1</sup>, 张 峰<sup>2</sup>, 李 飞<sup>1</sup>, 董立潮<sup>1</sup>, 王静蓀<sup>1△</sup>

1. 石家庄平安医院血管外科, 河北石家庄 050000; 2. 河北医科大学附属

第二医院血管外科, 河北石家庄 050004

**摘要:**目的 分析胫骨横向骨搬运(TTBT)治疗下肢血栓闭塞性脉管炎(TAO)效果,及其对血清内皮损伤因子、疼痛因子的影响。方法 选择 2017 年 7 月至 2022 年 6 月石家庄平安医院收治的下肢 TAO 患者 92 例为研究对象,根据手术方式不同将 92 例下肢 TAO 患者分为 TTBT 组和对照组,每组 46 例。对照组接受置管溶栓及球囊扩张术,TTBT 组接受 TTBT 治疗。观察并比较两组皮肤温度恢复时间、皮肤颜色恢复时间,以及术前、术后半年患肢踝肱指数(ABI)、间歇性跛行距离,血清血管内皮生长因子(VEGF)、低氧诱导因子 1 $\alpha$ (HIF-1 $\alpha$ )、血管性血友病因子(vWF)及血栓素 B2(TXB2)等内皮损伤因子,血清 5-羟色胺(5-HT)、P 物质(SP)、去甲肾上腺素(NE)等疼痛因子水平。结果 TTBT 组皮肤温度恢复时间、皮肤颜色恢复时间分别为(10.36 $\pm$ 1.32)、(5.07 $\pm$ 0.53)d,短于对照组的(12.45 $\pm$ 1.50)、(6.28 $\pm$ 0.65)d,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。术后半年,TTBT 组患肢 ABI、间歇性跛行距离分别为 0.86 $\pm$ 0.11、(2 546.52 $\pm$ 258.28)m,大于对照组的 0.77 $\pm$ 0.09、(2 103.06 $\pm$ 226.23)m,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。术后半年,TTBT 组血清 VEGF、HIF-1 $\alpha$ 、vWF、TXB2 水平分别为(36.87 $\pm$ 3.98)ng/L、(2.64 $\pm$ 0.29)ng/L、(149.97 $\pm$ 17.62)%、(140.38 $\pm$ 17.62)ng/L,低于对照组的(44.09 $\pm$ 4.82)ng/L、(3.17 $\pm$ 0.34)ng/L、(186.50 $\pm$ 21.08)%、(178.95 $\pm$ 20.11)ng/L,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。术后半年,TTBT 组血清 5-HT、SP、NE 水平分别为(0.24 $\pm$ 0.03) $\mu$ mol/mL、(1.51 $\pm$ 0.17)pg/mL、(60.37 $\pm$ 6.41)ng/mL,均低于对照组的(0.31 $\pm$ 0.05) $\mu$ mol/mL、(1.87 $\pm$ 0.21)pg/mL、(75.25 $\pm$ 9.17)ng/mL,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。结论 TTBT 治疗下肢 TAO 可重建下肢远端侧支循环,保护血管内皮,改善局部缺血状况,促进患者皮肤恢复,增强患者运动功能,降低疼痛因子、内皮损伤因子水平。

**关键词:**胫骨横向骨搬运; 下肢血栓闭塞性脉管炎; 内皮损伤因子; 疼痛因子; 术后恢复

中图分类号:R687.3;R446.11

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2024)17-2512-05

Clinical study of transverse tibial bone displacement in the treatment of lower extremity thromboangiitis obliterans<sup>\*</sup>

GAO Jianbo<sup>1</sup>, ZHANG Feng<sup>2</sup>, LI Fei<sup>1</sup>, DONG Lichao<sup>1</sup>, WANG Jinghua<sup>1△</sup>

1. Department of Vascular Surgery, Shijiazhuang Ping'an Hospital, Shijiazhuang, Hebei

050000, China; 2. Department of Vascular Surgery, the Second Affiliated Hospital of

Hebei Medical University, Shijiazhuang, Hebei 050004, China

**Abstract:**Objective To study the effect of tibial transverse bone transfer (TTBT) in the treatment of lower limb thromboangiitis obliterans (TAO), and its impact on serum endothelial injury factors and pain factors. **Methods** A total of 92 patients with lower limb TAO who were admitted to Shijiazhuang Ping'an Hospital from July 2017 to June 2022 were selected as the research subjects. The 92 patients with lower limb TAO were divided into TTBT group and control group according to the different surgery method, with 46 patients in each group. The control group received catheter thrombolysis and balloon dilation, while the TTBT group received TTBT. Postoperative recovery indicators such as skin temperature recovery time and skin color recovery time in the two groups, ankle brachial index (ABI) of the affected limb, intermittent claudication distance before surgery and six months after surgery, serum vascular endothelial growth factor (VEGF), hypoxia inducible factor 1 $\alpha$  (HIF-1 $\alpha$ ), vascular hemophilia factor (vWF), thromboxane B2 (TXB2) and other endothelial injury factors, as well as serum levels of pain factors such as serotonin (5-HT), substance P (SP), and norepi-

\* 基金项目:河北省中医药管理局科研计划项目(2021234)。

作者简介:高剑波,男,副主任医师,主要从事中医治疗学研究。

△ 通信作者, E-mail:261147370@qq.com。