

不同时间的无创左室压力-应变环技术对冠心病多支病变患者预后的预测价值

陈允安, 张洁, 张鹏英, 张曼
(徐州医科大学附属连云港医院超声科, 江苏 连云港 222000)

【摘要】目的: 分析不同时间的无创左室压力-应变环 (LV-PSL) 技术对冠心病多支病变患者预后的预测价值。**方法:** 将接受冠状动脉搭桥术治疗的 108 例冠心病多支病变患者作为研究对象, 术前、术后 1 周均接受 LV-PSL 检查。术后随访 3 个月, 根据患者术后不良心血管发生情况分为预后良好组 ($n = 74$)、预后不良组 ($n = 34$)。比较两组患者一般资料、术前和术后 1 周的左室整体纵向应变 (GLS)、心肌做功指数, 以 Logistic 回归分析心肌做功参数与冠心病多支病变患者预后的相关性; LV-PSL 参数的预测效能采用受试者工作特征 (ROC) 曲线分析。**结果:** 术后 1 周, 冠心病多支病变患者 GLS、整体无用功 (GWW) 水平均低于术前, 整体做功指数 (GWI)、整体有用功 (GCW)、整体做功效率 (GWE) 均高于术前 ($P < 0.05$); 预后不良组术后 GWI、GCW、GWE 水平均低于预后良好组, GWW 水平高于预后良好组 ($P < 0.05$); Logistic 回归显示, GWI、GWE、GWW 是冠心病多支病患者预后影响因素 ($P < 0.05$); ROC 曲线显示, GWI、GWW、GWE 的曲线下面积 (AUC) 分别为 0.628、0.695、0.827, 以 GWE 的 AUC 最高, 其敏感度和特异度分别为 73.53%、78.38% ($P < 0.05$)。**结论:** LV-PSL 技术可用于冠心病多支病变患者预后评估, 术后 1 周时的 GWI、GWW、GWE 对此类患者预后有良好的预测效能。

【关键词】 冠心病; 多支病变; 无创左室压力-应变环; 心肌做功
【中图分类号】 R541.4 **【文献标志码】** A

The predictive value of the non-invasive left ventricular pressure-strain loop technique at different times on the prognosis of patients with multivessel coronary heart disease

CHEN Yun-an, ZHANG Jie, ZHANG Peng-ying, ZHANG Man
(Department of Ultrasound, the Affiliated Lianyungang Hospital of Xuzhou Medical University, Lianyungang 222000, Jiangsu, China)

【Abstract】Objective: To analyze the predictive value of non-invasive left ventricular pressure-strain loop (LV-PSL) technology at different times on the prognosis of patients with multivessel coronary heart disease. **Methods:** All 108 patients with multi-vessel coronary artery disease were treated with coronary artery bypass grafting, and LV-PSL was examined before and 1 week after surgery. After 3 months of postoperative follow-up, the patients were divided into good prognosis group ($n = 74$) and poor prognosis group ($n = 34$) according to the incidence of postoperative major adverse cardiovascular events (MACE). The two groups were compared on general information, left-ventricular global longitudinal strain (GLS) and myocardial work parameters. Logistic regression analysis was used for correlation analysis. The predictive efficacy of LV-PSL parameters was analyzed using the receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results:** The levels of GLS and global waste work (GWW) in patients with multi-vessel coronary heart disease 1 week after surgery were lower than those before operation, and the overall work index (GWI), overall useful work (GCW) and overall work efficiency (GWE) were higher than those before surgery ($P < 0.05$). Postoperative GWI, GCW and GWE in the poor prognosis group were lower than those in the good prognosis group, while GWW was higher than that in the good prognosis group ($P < 0.05$). Logistic regression analysis showed that GWI, GWE, and GWW were factors influencing the prognosis in patients with coronary heart disease and multivessel disease ($P < 0.05$). The ROC curve showed that the areas under the curve (AUCs) of GWI, GWW and GWE were 0.628, 0.695 and 0.827, showed that the AUC of GWE was the largest. Its sensitivity and specificity were 73.53% and 78.38% ($P < 0.05$). **Conclusion:** The LV-PSL technique can be used for prognosis evaluation of patients with coronary heart disease and multivessel disease. GWI, GWW, and GWE at a week after surgery demonstrate relatively high predictive efficacy for the prognosis.

【Key words】 Coronary heart disease; Multivessel disease; Non-invasive left ventricular pressure-strain loop; Myocardial work

两支以上狭窄程度 >50% 的冠脉病变称之为冠心病多支病变,是冠心病最严重的类型,极易引起不良心血管事件 (major adverse cardiovascular events, MACE) 发生,不仅降低其生活质量,还严重影响到其预后^[1-2]。冠状动脉搭桥术 (coronary artery bypass grafting, CABG) 是治疗冠心病多支病变的常用术式之一,可改善临床症状、延长生存周期,但需评估患者心功能以判断治疗效果和预后^[3]。临床以二维斑点追踪技术评估心功能,早期即可发现心肌运动的细微变化,但仍存在压力负荷依赖性问题^[4]。无创左室压力-应变环技术 (left ventricular pressure-strain loop, LV-PSL) 克服了后负荷的影响,可更为准确、敏感的评估左室心肌收缩功能^[5-6]。基于此,本研究以 LV-PSL 技术分析冠心病多支病变患者的左室心肌做功情况,并探讨 LV-PSL 对其预后的评估价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2021 年 8 月至 2024 年 5 月徐州医科大学附属连云港医院收治的 108 例冠心病多支病变患者为研究对象。纳入标准:(1) 经冠脉造影证实存在有两支以上狭窄程度 $\geq 70\%$ 的冠脉多支病变;(2) 年龄 ≥ 18 岁;(3) 均接受 CABG 术治疗;(4) 窦性心律、图像清晰。排除标准:(1) 合并先天性心脏病、心肌病或瓣膜疾病者;(2) 合并左主干病变;(3) 既往接受过 CABG 或经皮冠状动脉介入术治疗;(4) 心律不齐;(5) 植入起搏器者;(6) 临床资料不齐全。

1.2 方法

1.2.1 检查方法 术前、术后 1 周均采用美国 GE 公司提供的 vivid E95 型超声诊断仪,配套 M5Sc 探头 (频率 1.5 ~ 4.5 MHz), EchoPAC 203 工作站为患者进行检查。患者先取端坐位以血压计测量肱动脉血压,然后取左侧卧位嘱其保持呼吸稳定,接受常规超声心动图检查,测量获取患者左心房前后径 (left anterior descending artery, LAD)、左心室舒张末期前后径 (left ventricular end diastolic diameter, LVEDD) 等参数,并采集患者胸骨旁左心室长轴、心尖三腔心等切面图像,存储 3 个以上心动周期,将所获取的数据导入 EchoPAC 203 工作站。

1.2.2 图像分析 于 EchoPAC 203 工作站打开数据后进行脱机分析,选择 AFI 模式,并选取质量较好的动态图像进行分析,依次于四腔心、三腔心、两腔心切面放置 2 个瓣环点和 1 个顶点,描绘心内膜边界,勾勒心内外膜边界并创建感兴趣区,获得左心室整体纵向应变 (global longitudinal strain, GLS); 然后

选择 Myocardial Work 模式,输入所测肱动脉血压值,软件自动分析出 LV-PSL,并得到整体做功指数 (global work index, GWI)、整体做功效率 (global work efficiency, GWE)、整体有用功 (global constructive work, GCW)、整体无用功 (global waste work, GWW) 等参数。

1.2.3 随访调查 为患者进行 3 个月的随访,根据 3 个月内是否发生心肌梗死、心力衰竭、血栓形成等 MACE 分为预后良好组 ($n = 74$) 和预后不良组 ($n = 34$)。

1.3 统计学分析

采用 SPSS 27.0 统计软件处理研究数据。计数资料用 [$n(\%)$] 表示,组间比较用独立样本 χ^2 检验;计量资料用 ($\bar{x} \pm s$) 表示,组间比较用独立样本 t 检验,组内比较采用配对样本 t 检验。心肌做功参数与冠心病多支病变患者预后的相关性用 Logistic 回归分析,采用受试者工作特征 (ROC) 曲线评估 LV-PSL 的心肌做功参数对冠心病多支病变患者预后的评估价值。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

两组患者性别、年龄、心率、体重、收缩压、舒张压、合并高血压、合并糖尿病、NYHA 分级比较,差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较 [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

指标	预后良好组 ($n = 74$)	预后不良组 ($n = 34$)	t/χ^2 值	P 值
性别			0.111	0.739
男	41 (55.41)	20 (58.82)		
女	33 (44.59)	14 (41.18)		
年龄 (岁)	52.18 ± 6.49	53.46 ± 7.12	0.923	0.358
心率 (次/min)	67.29 ± 8.15	66.52 ± 7.83	0.462	0.645
体质量 (kg)	62.73 ± 7.08	64.15 ± 7.15	0.965	0.337
收缩压 (mmHg)	118.43 ± 19.54	120.15 ± 19.13	0.428	0.670
舒张压 (mmHg)	77.62 ± 8.52	78.42 ± 9.03	0.445	0.657
合并高血压	7 (9.46)	3 (8.82)	0.011	0.916
合并糖尿病	5 (6.76)	2 (5.88)	0.029	0.864
NYHA 分级			0.270	0.603
Ⅲ级	44 (59.46)	22 (64.71)		
Ⅳ级	30 (40.54)	12 (35.29)		

2.2 冠心病多支病变患者术前、术后 1 周 GLS 及 LV-PSL 参数比较

术后 1 周,冠心病多支病变患者 GLS、GWW 均低于术前,GWI、GCW、GWE 均高于术前,差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 冠心病多支病变患者术前、术后 1 周 GLS 及 LV-PSL 参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

时间	GLS(%)	GWI(mmHg%)	GCW(mmHg%)	GWW(mmHg%)	GWE(%)
术前	-16.28 ± 3.58	1 781.64 ± 390.06	1 859.01 ± 480.61	184.40 ± 38.03	88.83 ± 3.46
术后 1 周	-18.04 ± 3.61	1 971.19 ± 477.10	2 273.61 ± 557.12	137.41 ± 34.75	93.15 ± 2.57
<i>t</i> 值	3.598	3.196	5.855	9.479	10.416
<i>P</i> 值	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.001

2.3 两组患者术前 GLS、LV-PSL 参数比较

术前,两组患者 GLS、GWI、GCW、GWW、GWE

水平比较,差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 3。

表 3 两组患者术前 GLS、LV-PSL 参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	GLS(%)	GWI(mmHg%)	GCW(mmHg%)	GWW(mmHg%)	GWE(%)
预后不良组(<i>n</i> = 34)	-16.07 ± 3.56	1 815.42 ± 374.42	1 882.15 ± 471.16	191.21 ± 38.09	89.14 ± 4.15
预后良好组(<i>n</i> = 74)	-15.83 ± 3.54	1 735.24 ± 371.94	1 834.18 ± 469.84	184.49 ± 36.48	88.43 ± 3.94
<i>t</i> 值	0.327	1.038	0.492	0.877	0.855
<i>P</i> 值	0.745	0.302	0.624	0.383	0.394

2.4 两组患者术后 1 周 GLS、LV-PSL 参数比较

术后 1 周,两组患者 GLS 比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$);预后不良组患者 GWI、GCW、GWE

水平均低于预后良好组,GWW 水平高于预后良好组 ($P < 0.05$)。见表 4。

表 4 两组患者术后 1 周 GLS、LV-PSL 参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	GLS(%)	GWI(mmHg%)	GCW(mmHg%)	GWW(mmHg%)	GWE(%)
预后不良组(<i>n</i> = 34)	-17.39 ± 3.71	1 762.14 ± 458.64	2 007.87 ± 554.98	149.48 ± 36.07	91.33 ± 2.85
预后良好组(<i>n</i> = 74)	-18.34 ± 3.92	2 087.63 ± 501.48	2 364.59 ± 584.13	130.23 ± 34.51	94.08 ± 2.04
<i>t</i> 值	1.189	3.216	2.993	2.654	5.715
<i>P</i> 值	0.237	0.002	0.003	0.009	<0.001

2.5 LV-PSL 参数评估冠心病多支病变患者预后价值的 Logistic 回归分析

以患者预后为因变量(预后不良 = 1,预后良好 = 0),将术后 1 周 GLS、LV-PSL 参数作为自变量进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,GWI、GWE 水平是冠心病多支病变患者预后的保护因素,GWW 是冠心病多支病变患者预后危险因素 ($P < 0.05$)。见表 5。

表 5 LV-PSL 参数评估冠心病多支病变患者预后价值的 Logistic 回归分析

指标	β 值	<i>SE</i> 值	<i>Wald</i> 值	<i>OR</i> 值	95% <i>CI</i>	<i>P</i> 值
GWI	-0.001	0.001	3.939	0.999	0.997 ~ 1.000	0.047
GCW	-0.000	0.001	3.423	0.999	0.998 ~ 1.000	0.064
GWW	0.025	0.009	7.191	1.025	1.007 ~ 1.044	0.007
GWE	-0.730	0.171	18.115	0.482	0.345 ~ 0.675	<0.001
常量	68.150	16.241	17.607	3.954	-	<0.001

2.6 术后 LV-PSL 参数对冠心病多支病变患者预后评估价值的 ROC 曲线分析

将 Logistic 回归分析中具有统计学意义的指标

作为检验值,以冠心病多支病变患者预后不良为阳性,预后良好为阴性,绘制 ROC 曲线。结果显示,GWI、GWW、GWE 的曲线下面积 (*AUC*) 分别为 0.628、0.695、0.827,以 GWE 的 *AUC* 最高,其敏感度和特异度分别为 73.53%、78.38% ($P < 0.05$)。见图 1 及表 6。

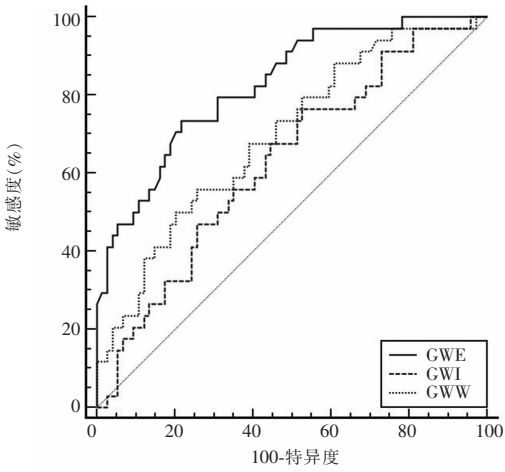


图 1 术后 LV-PSL 参数对冠心病多支病变患者预后评估价值的 ROC 曲线

表 6 术后 LV-PSL 参数对冠心病多支病变患者预后评估价值的 ROC 曲线分析

指标	AUC 值	95% CI	Z 值	P 值	约登指数	临界值	敏感度(%)	特异度(%)
GWl	0.628	0.530 ~ 0.719	2.242	0.025	0.238	≤2 039.47 mmHg%	76.47	47.30
GWw	0.695	0.599 ~ 0.780	3.579	<0.001	0.302	>147.18 mmHg%	55.88	74.32
GWE	0.827	0.742 ~ 0.893	7.800	<0.001	0.519	≤92.64%	73.53	78.38

3 讨论

冠心病多支病变指冠脉内存在两支及以上狭窄或闭塞的血管,通过 CABG 术可快速开通问题血管,恢复心肌灌注^[7-8]。但有研究^[9-10]显示,冠心病多支病变患者术后仍具有较高的 MACE 发生率,且远期预后较差,而心功能改善情况是判断手术疗效的关键。左室收缩功能依靠左心室射血分数(LVEF)评估,但容易受到左心室前、后负荷的影响,从而影响结果的准确性。二维斑点成像技术是通过追踪心肌组织运动获得 GLS,但存在负荷依赖性,并且也不能反映心肌的做功。无创 LV-PSL 解决了受后负荷影响的问题,并经证实其与有创测量的心肌做功一致性较高,可综合反映患者心肌功能和代谢情况^[11-12]。故本研究以 LV-PSL 应用于冠心病多支病变患者,探讨其临床应用价值。

本研究显示,术后 1 周冠心病多支病变患者 GLS 绝对值、GWl、GCW、GWE 均高于术前,GWw 水平低于术前。提示经 CABG 术治疗可改善患者心肌功能,提升心肌做功指数。冠心病多支病变患者因冠脉的狭窄或闭塞使得心肌灌注血流减少,而心肌收缩力受冠脉血流的影响,通过 CABG 开通狭窄血管后,恢复心肌的血流灌注,收缩期时使心肌缩短幅度增加、伸长幅度增大,从而导致 GWl、GCW、GWE 升高、GWw 降低^[13]。并且冠心病多支病变患者因心肌血流减少,使心内膜下纵向心肌纤维损伤加重,故经 CABG 术治疗后 GLS 水平明显增加^[14]。

研究还显示,术后预后不良组 GWl、GCW、GWE 水平均低于预后良好组,GWw 水平高于预后良好组;Logistic 回归显示,GWl、GWE 水平是冠心病多支病变患者预后的保护因素,GWw 是冠心病多支病患者预后危险因素。均提示术后冠心病多支病变患者心肌做功指数水平与其预后相关,GWl、GWE 水平越高,GWw 水平越低提示患者预后越好。GWl 反映一个心动周期内心肌所做功的总和,可揭示左室压力变化时左室壁整体或局部的力学改变,低水平的 GWl 提示患者心肌细胞供血减少,而导致能量代谢减少,影响心肌做功效率和整体功能,易引起心肌梗死、急性心肌缺血等 MACE 发生^[15-16]。GWw 为心肌收缩时做的无用功,反映心肌收缩效率和做功能力,高水平的 GWw 提示冠脉供应的心肌细胞

坏死,使心肌收缩不同步,增加收缩期心肌延长、等容舒张期心肌缩短所作的功,使射血效率下降,降低心肌纵向形变所做功,GWE 降低,导致 MACE 的出现^[17-18]。ROC 显示,GWl、GWw、GWE 的 AUC 分别为 0.628、0.695、0.827,以 GWE 的 AUC 最高,其敏感度和特异度分别为 73.53%、78.38%。说明 LV-PSL 的心肌做功指数对评估冠心病多支病变患者预后的价值较高。

综上,通过 LV-PSL 提供的心肌做功参数可反映冠心病多支病变患者术前、术后的心肌功能,冠心病多支病变患者在接受 CABG 术治疗后左室心肌功能明显改善,术后评估患者心肌做功参数可帮助临床评估心肌功能恢复情况,以便制定相应的治疗方案,临床应用价值较高。

参考文献

[1] Faro DC, Laudani C, Agnello FG, *et al.* Complete percutaneous coronary revascularization in acute coronary syndromes with multivessel coronary disease A systematic review[J]. JACC: Cardiovascular Interventions, 2023, 16(19): 2347-2364.

[2] 吴飞鹏, 郑贤东, 杨乔芬, 等. 腺苷负荷-静息门控心肌灌注显像在冠心病多支病变患者冠状动脉旁路移植术后评估中的应用[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2024, 44(7): 406-411.

[3] Zimmermann FM, Ding VY, Pijls NHJ, *et al.* Fractional flow reserve-guided PCI or coronary bypass surgery for 3-vessel coronary artery disease: 3-year follow-up of the FAME 3 trial[J]. Circulation, 2023, 148(12): 950-958.

[4] 朱红, 郑桂霞, 田家玮. 冠状动脉血流显像联合组织多普勒评价冠状动脉双支病变患者冠状动脉血流储备及左心功能[J]. 中国循环杂志, 2017, 32(z1): 203-204.

[5] Tokodi M, Lakatos BK, Ruppert M, *et al.* Left ventricular pressure-strain-volume loops for the noninvasive assessment of volume overload-induced myocardial dysfunction[J]. JACC Cardiovascular Imaging, 2021, 14(9): 1868-1871.

[6] Tomoaia R, Beyer RS, Zdrenghea D, *et al.* Global work index by non-invasive pressure-strain loops: a novel parameter to assess left ventricular performance in the early stages of heart failure with preserved or mid-range ejection fraction after acute myocardial infarction[J]. Medical Ultrasonography, 2021, 23(1): 62-69.

[7] 邹华丽. 冠心病患者心电图 QRS 波时限、ST-T 改变及与疾病严重程度的关系[J]. 川北医学院学报, 2024, 39(10): 1407-1410.

[8] 黄国晖, 张宏家, 迟立群, 等. 非体外循环左侧肋间小切口微创与胸骨正中切口多支冠状动脉旁路移植术的疗效比较[J]. 中华医学杂志, 2023, 103(32): 2516-2521.

[9] 张磊磊,谢周良,权晓强,等. 微创冠状动脉旁路移植术对冠心病多支病变的临床疗效评价[J]. 中华医学杂志,2022,102(34):2696-2701.

[10] 赵雪东,赵冠棋,王晓,等. 女性 ST 段抬高型心肌梗死合并多支血管病变行直接经皮冠脉介入术预后分析[J]. 中华急诊医学杂志,2022,31(7):895-900.

[11] Qin Y,Wu X,Wang J,*et al.* Value of territorial work efficiency estimation in non-ST-segment-elevation acute coronary syndrome: a study with non-invasive left ventricular pressure-strain loops[J]. The International Journal of Cardiovascular Imaging,2021,37(4):1255-1265.

[12] Zhu M,Wang Y,Cheng Y,*et al.* The value of non-invasive myocardial work indices derived from left ventricular pressure-strain loops in predicting the response to cardiac resynchronization therapy[J]. Quantitative Imaging in Medicine and Surgery,2021,11(4):1406-1420.

[13] Gao L,Wang Y,Gao M,*et al.* Clinical research progress of myocardial work in assessment and prediction of coronary artery disease in noninvasive pressure-strain loop technique[J]. Journal of Clinical Ultrasound,2023,51(1):38-45.

[14] 尤威,杨志健,叶飞. 微循环阻力指数用于早期预测冠心病患者经皮冠状动脉介入术后微循环损伤[J]. 中华心血管病杂志,2019,47(11):894-900.

[15] 王芳,田永福,纳丽莎,等. 无创左心室心肌做功技术在非心肌梗死冠心病患者诊断中的应用研究[J]. 医学影像学杂志,2024,34(5):46-50.

[16] Wang RR,Tian T,Li SQ,*et al.* Assessment of left ventricular global myocardial work in patients with different degrees of coronary artery stenosis by pressure-strain loops analysis[J]. Ultrasound in Medicine & Biology,2021,47(1):33-42.

[17] Liu Y,Cui C,Li Y,*et al.* Predictive value of the echocardiographic noninvasive myocardial work index for left ventricular reverse remodeling in patients with multivessel coronary artery disease after percutaneous coronary intervention[J]. Quantitative Imaging in Medicine and Surgery,2022,12(7):3725-3737.

[18] 曹文琪,孙文娜,杨寒凝,等. 无创左心室压力-应变环在评估冠心病患者心肌做功中的应用[J]. 重庆医学,2022,51(20):3459-3464.

(收稿日期:2024-12-07

修回日期:2025-02-24)

(上接第 592 页)

[6] 赫捷,陈万青,李霓,等. 中国前列腺癌筛查与早诊早治指南(2022,北京)[J]. 中国肿瘤,2022,31(1):1-30.

[7] Han ZJ,Li YB,Yang LX,*et al.* Roles of the CXCL8-CXCR1/2 axis in the tumor microenvironment and immunotherapy[J]. Molecules,2021,27(1):137.

[8] Chang J,Pan Y,Jiang F,*et al.* Mechanism of CXCL8 regulation of methionine metabolism to promote angiogenesis in gliomas[J]. Discover Oncology,2024,15(1):614.

[9] 李丽丽,刘婷隽. CXCL8/CXCR1 驱动 FOXS1 蛋白促进食管癌 ECA109 细胞增殖、侵袭及迁移[J]. 现代免疫学,2023,43(2):137-143.

[10] 王文涛,孔滨. 乳腺癌组织中 CXCL8、CXCR1、CXCR2 表达在新辅助化疗前后的变化及意义[J]. 山东医药,2021,61(26):77-81.

[11] 武若杰,刘睿,张一粟,等. 帕瑞昔布钠改善腹腔镜下直肠癌根治术患者的炎症微环境并促进患者恢复:基于下调 CXCL8-CXCR1/2 表达[J]. 南方医科大学学报,2024,44(2):363-369.

[12] Smycz-Kubańska M,Stępień S,Gola JM,*et al.* Analysis of CXCL8 and its receptors CXCR1/CXCR2 at the mRNA level in neoplastic tissue, as well as in serum and peritoneal fluid in patients with ovarian cancer[J]. Molecular Medicine Reports,2022,26(4):296.

[13] 潘冠华,阿迪力·萨来,吕红博. NF-κB 介导 VEGF-A 促进食管鳞状细胞癌血管生长和细胞增殖的实验研究[J]. 川北医学院学报,2024,39(5):583-588.

[14] Ghalehbandi S,Yuzugulen J,Pranjol MZI,*et al.* The role of VEGF in cancer-induced angiogenesis and research progress of drugs targeting VEGF[J]. European Journal of Pharmacology,2023,949:175586.

[15] 宋永波,赵璐,胡梦雪,等. 血管内皮生长因子 A 与小泛素相关修饰物特异性蛋白酶 5 在前列腺癌中的表达及临床意义[J]. 蚌埠医学院学报,2024,49(8):1029-1033.

[16] Song Y,Zhuang G,Li J,*et al.* BA1AP212 facilitates the malignancy of prostate cancer (PCa) via VEGF and apoptosis signaling pathways[J]. Genes & Genomics,2021,43(4):421-432.

[17] 赵姣,刘德果,苏艺峰,等. 益肾通癥汤通过下调转化生长因子 β 抑制血管内皮生长因子信号通路抗前列腺癌机制研究[J]. 世界中西医结合杂志,2022,17(5):896-902.

[18] Mirzaei A,Rashedi S,Akbari MR,*et al.* Combined anticancer effects of simvastatin and arsenic trioxide on prostate cancer cell lines via downregulation of the VEGF and OPN isoforms genes[J]. Journal of Cellular and Molecular Medicine,2022,26(9):2728-2740.

(收稿日期:2024-12-05

修回日期:2025-02-24)