

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.20.019

低强度脉冲超声联合动态关节松动术治疗中期膝骨关节炎患者疗效及对骨代谢指标、MMP-3、MMP-13 的影响研究

陈雨彤,王 畅,李海晴,郭博远,王璐怡[△]

首都医科大学附属北京康复医院康复诊疗中心,北京 100144

摘要:目的 探讨低强度脉冲超声联合动态关节松动术治疗中期膝骨关节炎患者疗效及对骨代谢指标、基质金属蛋白酶(MMP)-3、MMP-13 的影响。方法 选取 2022 年 1 月至 2024 年 1 月首都医科大学附属北京康复医院收治的中期膝骨关节炎患者 100 例作为研究对象,按照随机数字表法将其分为对照组(采用动态关节松动术治疗)和观察组(采用低强度脉冲超声联合动态关节松动术治疗),每组 50 例。对比 2 组临床疗效、骨代谢指标[血清骨钙素(BGP)、抗酒石酸酸性磷酸酶 5b(TRACP-5b)、骨特异性碱性磷酸酶(BLAP)]、炎症因子[超敏 C 反应蛋白(hs-CRP)、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)]、MMP-3、MMP-13 水平及膝关节功能[采用西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数(WOMAC)评分量表评估关节疼痛、关节僵硬、关节功能评分]及不良反应发生情况。结果 观察组临床总疗效率为 88.00%,明显高于对照组的 70.00%,差异有统计学意义($P < 0.05$)。治疗后,观察组 BGP、BLAP 水平高于对照组,TRACP-5b、hs-CRP、TNF- α 、MMP-3、MMP-13 水平及关节疼痛、关节僵硬、关节功能评分低于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。观察组和对照组不良反应发生率比较(2.00% vs. 8.00%),差异无统计学意义($P > 0.05$)。结论 低强度脉冲超声联合动态关节松动术应用于中期膝骨关节炎患者疗效显著,可有效改善患者骨代谢指标和 MMP-3、MMP-13 水平,促进膝关节整体功能得到恢复。

关键词:低强度脉冲超声; 动态关节松动术; 中期膝骨关节炎; 骨代谢指标; 炎症因子; 膝关节功能; 基质金属蛋白酶; 临床疗效

中图法分类号:R454.4;R684.3

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2025)20-2845-06

Study on the therapeutic effect of low-intensity pulsed ultrasound combined with dynamic joint mobilization surgery on patients with mid-term knee osteoarthritis and its impact on bone metabolism indicators, MMP-3 and MMP-13

CHEN Yutong, WANG Chang, LI Haiqing, GUO Boyuan, WANG Luyi[△]

Department Of Rehabilitation Clinic, Beijing Rehabilitation Hospital Affiliated to Capital Medical University, Beijing 100144, China

Abstract: Objective To explore the therapeutic effect of low-intensity pulsed ultrasound combined with dynamic joint mobilization surgery on patients with mid-term knee osteoarthritis and its impact on bone metabolism indicators, matrix metalloproteinases(MMP)-3, and MMP-13. **Methods** A total of 100 patients with mid-term knee osteoarthritis admitted to Beijing Rehabilitation Hospital Affiliated to Capital Medical University from January 2022 to January 2024 were selected as the research subjects, who were divided into a control group (treated with dynamic joint mobilization surgery) and an observation group (treated with low-intensity pulsed ultrasound combined with dynamic joint mobilization surgery) according to the random number table method, 50 cases in each group. The clinical efficacy, bone metabolism indicators [serum bone-specific glycoprotein (BGP), tartrate-resistant acid phosphatase 5b (TRACP-5b), bone-specific alkaline phosphatase (BLAP)], inflammatory factors [high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP), tumor necrosis factor- α (TNF- α)], MMP-3, MMP-13 levels, knee joint function [assessed by the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) scores for joint pain, joint stiffness and joint function] and the incidence of adverse reactions were compared between the two groups. **Results** The total clinical effective rate in the observation group was 88.00%, which was significantly higher than 70.00% in the control group ($P < 0.05$). After treatment, the levels of BGP and BLAP in the observation group were higher than those in the control

作者简介:陈雨彤,女,初级康复治疗师,主要从事物理因子治疗与肌骨康复方向的研究。 [△] 通信作者, E-mail:wangly992012@163.com。

引用格式:陈雨彤,王畅,李海晴,等.低强度脉冲超声联合动态关节松动术治疗中期膝骨关节炎患者疗效及对骨代谢指标、MMP-3、MMP-13 的影响研究[J]. 检验医学与临床,2025,22(20):2845-2849.

group, while the levels of TRACP-5b, hs-CRP, TNF- α , MMP-3, MMP-13, as well as the WOMAC scores for joint pain, stiffness and physical function were lower than those in the control group, with statistically significant differences ($P < 0.05$). The difference of incidence of adverse reactions between the observation group (2.00%) and the control group (8.00%) showed no statistical significance ($P > 0.05$). **Conclusion** The application of low-intensity pulsed ultrasound combined with dynamic joint mobilization surgery in patients with mid-term cartilage knee osteoarthritis has significant therapeutic effects, effectively improving bone metabolism indicators and MMP-3 and MMP-13 levels, and promoting overall knee joint function recovery.

Key words: low intensity pulsed ultrasound; dynamic joint mobilization surgery; mid-term knee osteoarthritis; bone metabolism indicators; inflammatory factor; knee joint function; matrix metalloproteinases; therapeutic effect

随着社会老龄化的加剧,膝骨关节炎的发病率逐年上升,已成为全球范围内重要的公共健康问题。中期膝骨关节炎患者常表现为关节疼痛、僵硬、活动受限等症状,严重影响患者的生活质量。目前,膝骨关节炎治疗方法主要包括药物治疗、物理治疗、关节注射和手术治疗等^[1-2]。但药物治疗存在一定不良反应,关节注射和手术治疗可能带来较高的风险和恢复期。动态关节松动术是一种针对关节功能障碍的疗法,通过对关节进行适度的活动,改善关节的运动范围和功能,帮助减轻关节的僵硬感和疼痛^[3]。近年来,低强度脉冲超声作为一种新兴的物理治疗手段,因其在促进骨愈合、软组织修复以及减轻疼痛方面的优势而受到广泛关注^[4]。对于中期膝骨关节炎患者而言,联合使用低强度脉冲超声和动态关节松动术可能会带来协同治疗效果。已有研究表明,中期膝骨关节炎患者体内的骨代谢指标变化及其与炎症因子相互作用对于骨关节炎的进展有重要影响^[5]。基质金属蛋白酶(MMP)在关节软骨降解和重塑过程中起着关键作用,尤其是 MMP-3 和 MMP-13。MMP-3 是软骨降解和炎症反应的指示剂,MMP-13 参与软骨基质的降解,其水平与骨关节炎的病理变化相关^[6-7]。基于此,本研究探讨了低强度脉冲超声联合动态关节

松动术对中期膝骨关节炎患者的疗效,评估其对骨代谢指标、MMP-3 和 MMP-13 水平的影响。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2022 年 1 月至 2024 年 1 月首都医科大学附属北京康复医院收治的膝骨关节炎患者 100 例作为研究对象。纳入标准:(1)符合《中国骨关节炎诊疗指南(2021 年版)》^[8]中相关诊断标准,且经 X 线片、核磁共振确诊;(2)膝盖骨关节炎分期为中期^[9];(3)临床资料完整;(4)年龄 45~80 岁;(5)自愿参与本研究;(6)Kellgren-Lawrence 分级 I~III 级^[10];(7)患者依从性良好。排除标准:(1)伴恶性肿瘤;(2)有膝关节结核;(3)伴严重感染性疾病或精神障碍;(4)存在严重原发疾病或严重膝关节内外翻畸形;(5)既往有膝关节外伤及手术史;(6)依从性差或研究过程中主动要求退出。按照随机数字表法将研究对象分为对照组和观察组,每组 50 例。2 组性别、病程、年龄、Kellgren-Lawrence 分级、发病部位比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。见表 1。本研究经本院医学伦理委员会审批通过(审批号:伦审 2021 研第 249 号)。所有研究对象均知晓本研究并签署知情同意书。

表 1 2 组一般资料比较[n(%)或 $\bar{x} \pm s$]

组别	n	性别		病程(月)	年龄(岁)	Kellgren-Lawrence 分级			发病部位		
		男	女			I级	II级	III级	左膝关节	右膝关节	双膝关节
观察组	50	30(60.00)	20(40.00)	18.12 \pm 0.55	65.42 \pm 6.17	12(24.00)	20(40.00)	18(36.00)	30(60.00)	18(36.00)	2(4.00)
对照组	50	28(56.00)	22(44.00)	17.09 \pm 0.61	65.73 \pm 6.22	10(20.00)	20(40.00)	20(40.00)	27(54.00)	20(40.00)	3(6.00)
$\chi^2/t/Z$		0.164		0.258	-0.250	0.567			0.463		
P		0.685		0.796	0.803	0.741			0.793		

1.2 方法

1.2.1 治疗方法 2 组均予以动态关节松动术治疗:患者取坐位,自然、放松膝关节,根据病变的严重程度选择治疗强度,采取 Mulligan MWM 级手法,用手掌或手指对股胫关节进行前后、后前的滑动动作,头尾、尾头的滑动髌骨关节,每个松动手法持续 20 s,

每天重复操作 8 次,连续治疗 5 周。观察组在动态关节松动术治疗基础上联合复合低强度脉冲超声治疗:依据患者感受采用泰猷 TY-LD-300 复合超声关节炎治疗仪(四川泰猷科技有限公司,川械注准 20182090158)调整档位治疗,第 1 周先用疼痛治疗头治疗 15 min,再用康复治疗头治疗 20 min,每天 1

次,每周治疗 5 d;接下来 4 周用康复治疗头治疗 20 min,每天 1 次,每周治疗 5 d,连续治疗 5 周。

1.2.2 标本采集 采集患者入组当天及治疗 5 周时空腹静脉血 3 mL,使用 RZ-40 徠谱医用离心机(湖南易达京华仪器有限公司)以 3 000 r/min 离心 15 min,离心半径为 10 cm,取上清液,置于-70 °C 超低温冰箱保存待测。对患者穿刺部位(膝关节)进行常规消毒铺巾,通过无菌注射器直接穿刺进入关节腔,抽取膝关节液 0.5~1.0 mL,置于不含抗凝剂的无菌离心管中,并在采集后 2 h 内,于 4 °C 条件下以 3 000 r/min 转速离心 15 min,取上清液,分装至 0.5 mL EP 管中,并置于-80 °C 超低温冰箱内保存待测。

1.2.3 骨代谢指标检测 应用放射免疫法(HH6003 型放射免疫测定仪,北京核海高技术有限公司)检测血清骨钙素(BGP)水平,应用酶联免疫吸附试验(BS-20000 型全自动化生化分析仪,深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司)检测抗酒石酸酸性磷酸酶 5b (TRACP-5b)、骨特异性碱性磷酸酶(BLAP)水平。所有试剂盒均购自中国北京北方生物技术研究所有限公司,BGP 货号:RK00019,TRACP-5b 货号:E-EL-H1234,BALP 货号:E-EL-H0567。所有操作步骤和结果读取均严格遵循试剂盒说明书进行。

1.2.4 炎症因子检测 采用酶联免疫吸附试验(BS-20000 型全自动化生化分析仪,深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司)检测血清超敏 C 反应蛋白(hs-CRP)、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)水平。hs-CRP 检测试剂盒购自桂林优利特医疗电子有限公司,货号:m1002859,TNF- α 检测试剂盒购自重庆明珍生物科技有限公司,货号:MA4R80170。所有操作步骤和结果读取均严格遵循试剂盒说明书进行。

1.2.5 关节液 MMPs 检测 通过酶联免疫吸附试验(BS-20000 型全自动化生化分析仪,深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司)检测关节液中 MMP-3、MMP-13 水平,试剂盒购自南京建成生物有限公司,货号:FT-P9S2185X。所有操作步骤和结果读取均严格遵循试剂盒说明书进行。

1.2.6 膝关节功能评估 治疗前、后参照西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数(WOMAC)评分量表^[11]从关节疼痛、关节僵硬、关节功能 3 个方面共 34 个条目评估膝关节功能,分数越高表示关节功能越差。

1.3 观察指标 (1)2 组临床疗效:依据疗效评价标准^[12]评估治疗 5 周后 2 组治疗效果,显效为临床症状完全消失,膝关节活动不受限制;有效为临床症状较治疗前明显缓解,膝关节活动有所改善;无效为临床症状无改善或病情加重。总有效=(显效例数+有效例数)/总例数。(2)2 组骨代谢指标、炎症介质、MMP-3、MMP-13 及膝关节功能。(3)2 组不良反应发生情况:比较 2 组治疗期间关节肿胀、局部疼痛、关节活动受限、皮肤反应等不良反应发生情况。

1.4 统计学处理 采用 SPSS26.0 统计软件进行数据处理与分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 *t* 检验;计数资料以例数或百分率表示,2 组间比较采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组临床治疗效果比较 观察组临床总疗效率为 88.00%,明显高于对照组的 70.00%,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 2 组临床疗效比较[n(%)]

组别	<i>n</i>	显效	有效	无效	总有效
观察组	50	20(40.00)	24(48.00)	6(12.00)	44(88.00)
对照组	50	15(30.00)	20(40.00)	15(37.50)	35(70.00)
χ^2					4.883
<i>P</i>					0.027

2.2 2 组治疗前后骨代谢指标和炎症因子水平比较 治疗前,2 组血清 BGP、BLAP、TRACP-5b、hs-CRP、TNF- α 水平比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$);治疗后,2 组血清 BGP、BLAP 水平高于治疗前,血清 TRACP-5b、hs-CRP、TNF- α 水平低于治疗前,差异均有统计学意义($P < 0.05$);观察组治疗后血清 BGP、BLAP 水平高于对照组,而 TRACP-5b、hs-CRP、TNF- α 水平低于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 3。

2.3 2 组治疗前后关节液 MMP-3、MMP-13 水平比较 治疗前,2 组关节液 MMP-3、MMP-13 水平比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$);治疗后,2 组关节液 MMP-3、MMP-13 水平低于治疗前,且观察组治疗后 MMP-3、MMP-13 水平低于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 4。

表 3 2 组治疗前后骨代谢指标和炎症因子水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	BGP($\mu\text{g/L}$)		BLAP(U/L)		TRACP-5b(U/L)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
观察组	50	5.22 \pm 1.28	7.33 \pm 1.44*	38.15 \pm 6.45	48.22 \pm 6.43*	7.18 \pm 2.11	3.42 \pm 1.44*
对照组	50	5.17 \pm 1.25	6.69 \pm 1.33*	37.77 \pm 6.63	44.17 \pm 6.28*	7.22 \pm 2.08	4.56 \pm 1.57*
<i>t</i>		0.197	2.308	0.290	3.186	-0.954	-3.783
<i>P</i>		0.843	0.023	0.772	0.002	0.924	<0.001

续表 3 2 组治疗前后骨代谢指标和炎症因子水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	n	hs-CRP(ng/L)		TNF- α (ng/mL)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
观察组	50	11.12 \pm 2.37	7.33 \pm 3.11*	8.45 \pm 1.88*	6.26 \pm 1.56*
对照组	50	10.93 \pm 2.33	9.27 \pm 2.88*	8.34 \pm 1.91*	7.11 \pm 1.77*
t		0.404	-3.236	0.290	-2.547
P		0.686	0.002	0.772	0.012

注:与同组治疗前比较,* $P < 0.05$ 。

表 4 2 组治疗前后关节液 MMP-3、MMP-13 水平比较($\bar{x} \pm s, \mu\text{g/L}$)

组别	n	MMP-3		MMP-13	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
观察组	50	181.47 \pm 13.44	128.73 \pm 12.88*	242.53 \pm 18.54	157.15 \pm 10.66*
对照组	50	181.34 \pm 13.38	151.13 \pm 15.33*	241.74 \pm 18.37	180.73 \pm 10.78*
t		0.480	-7.910	0.214	-10.997
P		0.961	<0.001	0.831	<0.001

注:与同组治疗前比较,* $P < 0.05$ 。

2.4 2 组治疗前后关节疼痛、关节僵硬、关节功能评分比较 治疗前,2 组关节疼痛、关节僵硬、关节功能评分比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$);治疗后,2 组关节疼痛、关节僵硬、关节功能评分低于治疗前,且观察组治疗后关节疼痛、关节僵硬、关节功能评分低于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见

表 5。

2.5 2 组不良反应发生情况比较 治疗期间,观察组出现 1 例皮肤反应,不良反应发生率为 2.00%,对照组出现 2 例局部疼痛,2 例皮肤反应,不良反应发生率为 8.00%;2 组不良反应发生率比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。

表 5 2 组治疗前后关节疼痛、关节僵硬、关节功能评分比较($\bar{x} \pm s, \text{分}$)

组别	n	关节疼痛		关节僵硬		关节功能	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
观察组	50	11.44 \pm 2.05	4.24 \pm 0.96*	1.47 \pm 0.24	0.64 \pm 0.15*	40.11 \pm 5.48	7.44 \pm 1.77*
对照组	50	11.57 \pm 2.22	5.12 \pm 1.01*	1.49 \pm 0.25	0.88 \pm 0.11*	40.08 \pm 5.53	10.12 \pm 2.11*
t		-0.304	-4.656	-0.408	-9.123	0.199	-6.880
P		0.762	<0.001	0.684	0.001	0.984	<0.001

注:与同组治疗前比较,* $P < 0.05$ 。

3 讨 论

在膝骨关节炎初期阶段,症状和体征可能并不明显很容易被忽视或忽略。但随着病情发展进入中期,患者疼痛和功能受限会逐渐加剧,膝关节的结构性损伤明显,仅依靠药物治疗难以逆转病情或阻止疾病继续恶化,因此,综合治疗方案变得至关重要。

低强度脉冲超声是通过发射低能量超声波,促进骨细胞的增殖和修复,促进血液循环,提高局部代谢,对关节软骨具有一定的保护和修复作用,从而缓解疼痛和改善关节功能^[13-14]。动态关节松动术是一种物理治疗技术,通过特定的关节活动范围内的被动运动,改善关节活动度、减少疼痛、促进关节周围组织的血液循环和营养供应,增强肌肉力量和关节稳定性^[15-16]。既往有研究比较了膝骨性关节炎患者接受低强度脉冲超声与标准物理治疗方法(包括热敷和运

动疗法)治疗前后的疼痛、关节液内炎症指标、关节功能情况,结果显示,相较于单独采用标准物理治疗方法,二者联合能够更显著地缓解关节疼痛,增加关节活动度,改善关节整体功能^[17-19]。这一结果为低强度脉冲超声与其他物理治疗方法联合应用于膝骨性关节炎的治疗提供有力的科学依据和研究基础。本研究结果显示,观察组临床总疗效高于对照组,说明联合使用 2 种治疗方法可能产生更好的疗效,因为低强度脉冲超声通过促进软骨修复和抗炎作用,而动态关节松动术通过改善关节活动度和肌肉功能来发挥作用,二者共同作用可以更全面地缓解膝骨性关节炎的症状,提高治疗效果。

BGP 能反映成骨细胞的活动状态,评估骨骼生长和修复;ALP 在成骨细胞中高度表达,其水平与骨骼形成和代谢密切相关^[20]。TRACP-5b 水平可以反映

出这些细胞的活跃度和骨吸收活动的强度^[21]。另有研究表明, TNF- α 在膝关节骨关节炎中参与炎症反应的启动, 意味着 TNF- α 的活性增加可能加速软骨的损伤过程^[22]。炎症早期阶段, hs-CRP 水平显著升高提示炎症活动强度, 预示骨关节炎病情的恶化。在关节软骨细胞增殖研究中, 低强度脉冲超声尽管减少含有 1~3 个软骨细胞的细胞巢数量, 但显著增加含有 4~6 个软骨细胞的细胞巢数量, 表明其对关节软骨细胞的增殖具有积极的作用^[23-24]。本研究结果显示, 观察组骨代谢指标和炎症因子水平优于对照组, 分析原因: 低强度脉冲超声能够刺激成骨细胞增殖和分化, 增加骨基质的合成, 这与骨代谢指标如 BGP 和 BLAP 密切相关。同时, 成骨细胞活性增强, 有助于降低破骨细胞的活性, 导致 TRACP-5b 水平降低, 减少骨吸收。而动态关节松动术通过对关节的动态牵引和松动, 可以增进关节腔内滑液的分泌与循环, 增加营养物质的输送并降低关节腔内的炎症因子水平, 为软骨的修复与再生创造良好的环境。研究已证实, 随着 MMP-3 水平的上升, 关节软骨的肿胀现象加剧, 不仅影响软骨的正常结构, 还降低其对机械应力的抵抗能力, 进而使得软骨在受到外力作用时更容易受损, 从而加速关节软骨破坏过程^[25-26]。WOMAC 评分量表可反映患者治疗整体状况, 显示出卓越的可靠性, 广泛应用于评估膝骨关节炎患者在治疗前后功能的改善情况^[27]。本研究结果显示, 观察组 MMP-3、MMP-13 水平及 WOMAC 评分量表中关节疼痛、关节僵硬、关节功能评分均低于对照组, 表明低强度脉冲超声可有效改善膝关节功能。这是因为低强度脉冲超声除了改善骨代谢指标和炎症因子水平, 还通过刺激细胞的信号通路, 抑制 MMP-3 和 MMP-13 水平。此外, 这 2 种治疗方法都是非侵入性的, 相对于药物治疗和手术治疗, 具有更低的不良反应风险和更好的患者接受度, 且本研究结果中显示良好的安全性, 不良反应发生率较低。

综上所述, 低强度脉冲超声联合动态关节松动术应用于中期软骨膝骨关节炎患者疗效显著, 可有效改善患者骨代谢指标和 MMP-3、MMP-13 水平, 促进膝关节整体功能得到恢复。但本研究存在样本量较小、个体差异、未进行长期随访等局限性, 未来应完善上述局限性、纳入更多相关的生物标志物进一步研究。

参考文献

- [1] 刘倩, 李海波, 张琪, 等. 中西医结合外治法治疗早中期膝骨关节炎的疗效观察[J]. 中国中西医结合外科杂志, 2022, 28(6): 790-794.
- [2] 张超, 冯汇川, 刘爱峰, 等. 超声引导下射频针刀治疗对早中期膝骨性关节炎步态分析的影响[J]. 中华中医药杂志, 2025, 40(3): 1493-1497.
- [3] 吴杨玲, 钟婷, 唐芳. 体外冲击波治疗早中期膝骨关节炎的临床效果观察[J]. 实用医院临床杂志, 2022, 19(2): 62-64.
- [4] 江玲玲, 张超, 王俊龙, 等. 超声引导下射频针刀治疗早中期膝骨关节炎的临床研究[J]. 国际生物医学工程杂志, 2022, 45(3): 220-225.
- [5] 胡婉玲, 谢冰, 谭洁. 电针透刺联合 Mulligan 动态关节松动术治疗轻中度膝骨关节炎的随机对照研究[J]. 湖南中医药大学学报, 2023, 43(8): 1486-1491.
- [6] 李远超, 赵冰冰, 杨畅然, 等. 聚焦式低强度脉冲超声波在膝骨关节炎治疗中的应用研究进展[J]. 华西医学, 2023, 38(1): 134-139.
- [7] 赵灵芝, 梁勤, 鲁彦, 等. 膝骨关节炎患者膝关节液中 TNF- α 、ILs、MMPs、YKL-40 的表达[J]. 中国骨质疏松杂志, 2024, 30(11): 1581-1586.
- [8] 中华医学会骨科学分会关节外科学组, 中国医师协会骨科医师分会骨关节炎学组, 国家老年病临床医学研究中心(湘雅医院), 等. 中国骨关节炎诊疗指南(2021 年版)[J]. 中华骨科杂志, 2021, 41(18): 24.
- [9] 中华医学会骨科学分会关节外科学组. 骨关节炎诊疗指南(2018 年版)[J]. 中华骨科杂志, 2018, 38(12): 705-715.
- [10] DAVATCH F, ABDOLLAHI BS, MOHYEDDI M, et al. Mesenchymal stem cell therapy for knee osteoarthritis. Preliminary report of four patients[J]. Int J Rheum Dis, 2011, 14(2): 211-215.
- [11] LIEW J W, PETROW E, TILLEY S, et al. Comparison of definitions of early knee osteoarthritis for likelihood of progression at 2-year and 5-year follow-up: the multicenter osteoarthritis study[J]. Ann Rheum Dis, 2025, 84(1): 115-123.
- [12] 张强, 曹益发, 胡建山, 等. 鸡胚地龙贴膏联合双醋瑞因治疗早中期膝骨关节炎的临床观察[J]. 中国药房, 2023, 34(9): 1099-1103.
- [13] 仰唯栋, 王飞. 电针联合低强度脉冲超声波治疗老年膝骨性关节炎的疗效[J]. 江苏医药, 2022, 48(11): 1116-1119.
- [14] 胡珊珊, 刘晓, 罗汉才, 等. 低强度脉冲超声调控治疗疼痛性膝骨关节炎的临床研究[J]. 实用医学杂志, 2023, 39(21): 2783-2788.
- [15] 陈瑞峰, 韩芳苗, 刘丽明, 等. 细银针联合动态关节松动术治疗膝骨关节炎的临床研究[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2023, 31(11): 24-29.
- [16] 高尊礼, 陈劲龙, 李晴, 等. Mulligan 动态关节松动术结合运动训练治疗膝骨关节炎的疗效观察[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2024, 39(8): 883-886.
- [17] 李东倩, 叶海霞, 虞乐华, 等. 低强度脉冲聚焦超声上调 Vimentin 蛋白表达抑制软骨细胞凋亡[J]. 陆军军医大学学报, 2023, 45(12): 1292-1300.
- [18] YANG Y, LIANG X, LUO H, et al. Assessment of aortic and peripheral arterial stiffness in patients with knee osteoarthritis by ultrasound Doppler derived pulse wave velocity[J]. Sci Rep, 2024, 14(1): 1346.
- [19] 王静文, 刘伟, 高博, 等. 中药热敷结合运动疗法对老年膝骨关节炎患者跨越障碍物时疼痛、关节(下转第 2856 页)

· 论 著 · DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.20.020

血清 ALDH2、sST2、SDC1 对慢性心力衰竭患者的诊断价值

姚世源, 钟涛[△], 何伟波

广东省韶关市粤北人民医院心脏大血管外科, 广东韶关 512025

摘要:目的 探讨血清乙醛脱氢酶 2(ALDH2)、可溶性生长刺激表达基因 2(sST2)、多配体蛋白聚糖 1(SDC-1)对慢性心力衰竭(CHF)患者的诊断价值。方法 选取 2022 年 2 月至 2024 年 3 月于粤北人民医院治疗的 CHF 患者 128 例作为研究组,另选取同期在粤北人民医院体检健康的志愿者 69 例作为对照组。检测所有研究对象的血清指标 [ALDH2、sST2、SDC1、N 末端 B 型利钠肽原(NT-proBNP)、血肌酐]水平及心功能指标 [左室射血分数(LVEF)、左室收缩末容积(LVESV)、左室舒张末容积(LVEDV)]并进行比较。根据 LVEF 结果,将 CHF 患者分为射血分数降低心力衰竭(HFrEF)组、射血分数轻度降低心力衰竭(HFmrEF)组和射血分数保留心力衰竭(HFpEF)组。采用 Pearson 相关分析 CHF 患者血清 ALDH2、sST2、SDC1 之间及三者与心功能指标的相关性;采用 Spearman 相关分析 CHF 患者血清 ALDH2、sST2、SDC1 水平与不同严重程度 CHF 患者的关系;采用多因素 Logistic 回归分析 CHF 发生的影响因素;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 ALDH2、sST2、SDC1 对 CHF 的诊断价值。结果 研究组血清 sST2、SDC1、NT-proBNP、血肌酐水平及 LVESV 和 LVEDV 明显高于对照组,而血清 ALDH2 水平和 LVEF 明显低于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。CHF 患者 LVEF 结果显示,HFrEF 组 35 例,HFmrEF 组 44 例,HFpEF 组 49 例。HFrEF 组和 HFmrEF 组血清 ALDH2 水平明显低于 HFpEF 组,而血清 sST2 和 SDC1 水平明显高于 HFpEF 组,差异均有统计学意义($P < 0.05$);HFrEF 组血清 ALDH2 水平明显低于 HFmrEF 组,而血清 sST2 和 SDC1 水平明显高于 HFmrEF 组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。Pearson 相关分析结果显示,CHF 患者血清 ALDH2 水平与 NT-proBNP、血肌酐水平及 LVESV、LVEDV 均呈负相关($P < 0.05$),与 LVEF 均呈正相关($P < 0.05$);CHF 患者血清 sST2、SDC1 水平与 NT-proBNP、血肌酐水平及 LVESV、LVEDV 均呈正相关($P < 0.05$),与 LVEF 呈负相关($P < 0.05$);血清 ALDH2 水平与 sST2、SDC1 水平均呈负相关($P < 0.05$),血清 sST2 水平与血清 SDC1 水平呈正相关($P < 0.05$)。Spearman 相关分析结果显示,血清 ALDH2 水平与 CHF 患者病情程度呈负相关($r_s = -0.492, P < 0.001$),血清 sST2、SDC1 水平与 CHF 患者病情程度均呈正相关($r_s = 0.538, 0.476$, 均 $P < 0.001$)。多因素 Logistic 回归分析结果所示,血清 ALDH2 水平升高是 CHF 发生的保护因素($P < 0.05$),血清 sST2 和 SDC1 水平升高是 CHF 发生的危险因素($P < 0.05$)。ROC 曲线分析结果显示,血清 ALDH2、sST2、SDC1 单独诊断 CHF 的曲线下面积(AUC)分别为 0.858,0.837 和 0.867,三者联合诊断 CHF 的 AUC 为 0.943,明显高于血清 ALDH2($Z = 2.752, P = 0.006$)、sST2($Z = 3.078, P = 0.002$)、SDC1($Z = 2.328, P = 0.020$)单独诊断的 AUC。结论 CHF 患者血清 ALDH2 水平明显下降,血清 sST2 和 SDC1 水平明显上调,三者联合检测对 CHF 有较高的诊断价值,可能作为诊断 CHF 发生的新的辅助手段。

关键词:慢性心力衰竭; 乙醛脱氢酶 2; 可溶性生长刺激表达基因 2; 多配体蛋白聚糖 1; 诊断价值
中图分类号:R446.1;R541.6 文献标志码:A 文章编号:1672-9455(2025)20-2850-07

Diagnostic value of serum ALDH2, sST2 and SDC1 in patients with chronic heart failure

YAO Shiyuan, ZHONG Tao[△], HE Weibo

Department of Cardiovascular Surgery, Yuebei People's Hospital,

Shaoguan, Guangdong, 512025, China

Abstract: Objective To investigate the diagnostic value of serum aldehyde dehydrogenase 2 (ALDH2), soluble suppression of tumorigenicity-2 (sST2), and Syndecan-1 (SDC1) in patients with chronic heart failure (CHF). **Methods** From February 2022 to March 2024, 128 patients with CHF treated at Yuebei People's Hospital were selected as the study group, and 69 healthy individuals who underwent physical examinations at Yuebei People's Hospital during the same period were selected as the control group. Serum markers [ALDH2, sST2, SDC1, N-terminal pro-B-type natriuretic peptide (NT-proBNP), serum creatinine] and cardiac function markers [left ventricular ejection fraction (LVEF), left ventricular end-systolic volume (LVESV), left ventricular end-diastolic volume (LVEDV)] were measured in all study subjects and compared. CHF pa-

作者简介:姚世源,男,主治医师,主要从事胸心外科方向的研究。 [△] 通信作者, E-mail: xuvdx50@163.com。

引用格式:姚世源,钟涛,何伟波.血清 ALDH2、sST2、SDC1 对慢性心力衰竭患者的诊断价值[J].检验医学与临床,2025,22(20):2850-2856.