

磁共振成像联合 Gal-1 和 Gal-3 水平对早期类风湿关节炎的诊断价值

吴磊 王宇翔 贺兰 汪琴 季利君 熊敏超

(鄂州市中心医院医学影像科, 湖北 鄂州 436000)

【摘要】 目的 探索磁共振成像(MRI)联合血清半乳糖凝集素-1(Gal-1)和半乳糖凝集素-3(Gal-3)水平对早期类风湿关节炎(RA)的诊断价值。方法 选取 2022 年 2 月—2024 年 2 月我院收治的 118 例早期 RA 患者作为早期 RA 组,同期选择 120 例良性关节炎患者作为良性关节炎组,100 例健康体检者作为对照组。收集受检者一般资料,采用酶联免疫吸附(ELISA)法检测血清 Gal-1、Gal-3 水平,采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 Gal-1、Gal-3 水平对早期 RA 的诊断价值,早期 RA 组与良性关节炎组均进行 MRI 检测,以美国风湿病学会(ACR)作为金标准,采用 Kappa 检验检测 MRI 联合血清 Gal-1、Gal-3 水平与 ACR 诊断早期 RA 的一致性。结果 早期 RA 患者血清 Gal-1、Gal-3 水平高于良性关节炎组及对照组($P < 0.05$)。ROC 曲线结果显示 Gal-1 单独诊断早期 RA 的曲线下面积(AUC)为 0.820(95% CI:0.765~0.866),截断值为 57.506 ng/mL;Gal-3 单独诊断早期 RA 的 AUC 为 0.812(95% CI:0.756~0.859),截断值为 1.725 ng/mL,MRI 联合血清 Gal-1、Gal-3 水平与 ACR 的一致性检验(Kappa 值=0.832)高于 MRI 单独诊断(Kappa 值=0.733)。MRI 联合血清 Gal-1、Gal-3 水平诊断早期 RA 患者的敏感度及阴性预测值高于单一指标,漏诊率低于单一指标($P < 0.05$)。结论 早期 RA 患者血清 Gal-1、Gal-3 水平升高,MRI 联合血清 Gal-1、Gal-3 水平诊断早期 RA 的诊断效能较好。

【关键词】 磁共振成像;半乳糖凝集素-1;半乳糖凝集素-3;类风湿关节炎;诊断价值

【中图分类号】 R445.2;R593.22 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2025.04.027

Diagnostic value of magnetic resonance imaging combined with serum levels of Gal-1 and Gal-3 for early rheumatoid arthritis

WU Lei, WANG Yuxiang, HE Lan, WANG Qin, JI Lijun, XIONG Minchao

(Department of Medical Imaging, Ezhou Central Hospital, Ezhou 436000, Hubei, China)

【Abstract】 **Objective** To explore the diagnostic value of magnetic resonance imaging (MRI) combined with serum levels of galactin-1 (Gal-1) and galactin-3 (Gal-3) for early rheumatoid arthritis (RA). **Methods** A total of 118 early RA patients admitted from February 2022 to February 2024 were selected as the early RA group, 120 patients with benign arthritis were selected as the benign arthritis group during the same period, and 100 healthy individuals were selected as the control group. The general information of the examinee was collected. Enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) was applied to detect serum Gal-1 and Gal-3 levels. Receiver operating characteristic (ROC) curve was applied to analyze the diagnostic value of serum Gal-1 and Gal-3 levels for early RA. Both the early RA group and the benign arthritis group underwent MRI testing, using the American College of Rheumatology (ACR) as the gold standard, the consistency between MRI combined with serum Gal-1 and Gal-3 levels and ACR diagnosis of early RA was detected by Kappa test. **Results** The serum levels of Gal-1 and Gal-3 in early RA patients were higher than those in the benign arthritis group and control group ($P < 0.05$). ROC curve results showed that the area under the curve (AUC) of Gal-1 for diagnosing early RA alone was 0.820 (95% CI: 0.765-0.866), with a cutoff value of 57.506 ng/mL. The AUC of Gal-3 for diagnosing early RA alone was 0.812 (95% CI: 0.756-0.859), with a cutoff value of 1.725 ng/mL. The consistency test between the

通信作者:熊敏超,主任医师,E-mail:i27wzj@163.com

引用本文:吴磊,王宇翔,贺兰,等.磁共振成像联合 Gal-1 和 Gal-3 水平对早期类风湿关节炎的诊断价值[J].西部医学,2025,37(4):615-619.
DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2025.04.027

combination of MRI, serum Gal-1 and Gal-3 levels with ACR ($Kappa$ value=0.832) was higher than that of MRI alone ($Kappa$ value=0.733). The sensitivity and negative predictive values of serum Gal-1 and Gal-3 levels in diagnosing early RA patients were higher than those of a single indicator, and the missed diagnosis rate was lower than that of a single indicator ($P<0.05$). **Conclusion** Early RA patients have elevated serum Gal-1 and Gal-3 levels, and MRI combined with serum Gal-1 and Gal-3 levels has better diagnostic efficacy in early RA.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Galactin-1; Galactin-3; Rheumatoid arthritis; Diagnostic value

类风湿关节炎(Rheumatoid arthritis, RA)是全身性的慢性自身免疫性疾病,其特点包括肌腱发炎导致骨侵蚀及软骨破坏^[1-2]。RA的发病原因目前尚不完全清楚,可能涉及免疫反应、炎症反应等,早期诊断RA,有助于改善患者预后,提升患者的治疗效果^[3]。在临床诊断中,RA主要的诊断方式是常规影像学检查,磁共振成像(MRI)是一种无创成像的检查手段,广泛应用于骨关节疾病的诊断中,能够通过疾病的不同临床如骨髓水肿或滑膜炎等诊断早期RA患者,但其单独诊断早期RA的诊断价值不高^[4-6]。血清标志物具有可重复性操作,成本低等优势,患者接受程度高,探究MRI联合血清标志物对早期RA的诊断价值,对患者的早期诊断及治疗十分重要。半乳糖凝集素-1(Galactin-1, Gal-1)属于 β -半乳糖苷结合蛋白家族,在免疫性疾病中发挥重要作用,通过抑制活化T细胞的增值调控免疫反应^[7]。王晓亮等^[8]研究显示,RA患者血清Gal-1水平升高,与免疫功能指标相关。半乳糖凝集素-3(Galactin-3, Gal-3)能够参与RA的疾病活动,是RA的促炎介质,研究显示,早期及慢性RA患者血浆Gal-3水平升高^[9]。目前,尚不清楚MRI联合血清Gal-1、Gal-3水平对早期RA的诊断价值,基于此本研究旨在为早期RA的临床诊断与治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2022年2月—2024年2月我院收治的118例早期RA患者作为早期RA组,同期选择120例良性关节炎及100健康体检者分别作为良性关节炎组及对照组。纳入标准:①RA患者符合《中国类风湿关节炎诊疗指南》^[10]标准,且均进行MRI检查。②良性关节炎患者符合腕关节滑膜炎或骨关节炎的诊断标准。③年龄 >18 岁。④首次诊断。排除标准:①合并恶性肿瘤。②血液系统疾病。③严重的感染性疾病。④意识不清晰,认知功能受损。⑤严重传染性疾病。本研究在伦理委员会批准下展开(20210816-02),所有受检者均知情同意。

1.2 方法

1.2.1 一般资料收集 3组受检者入组后收集年龄、性别、BMI、受教育程度、居住地、吸烟史及饮酒史资

料。收集早期RA患者及良性关节炎患者中糖尿病、高血压及冠心病人数。

1.2.2 评估标准 以《2008年美国风湿病学会(ACR)年会指南》^[11]作为早期RA诊断的金标准。由2名医师采用双盲法对影片进行检阅,当结果不一致时进行统一协商处理。

1.2.3 MRI检测 对入组的患者进行MRI检查,扫描患者的膝关节、踝关节及腕关节等,扫描序列包括压脂 T_2WI 轴位, T_2WI 冠状位,斜矢状位,斜冠状位。扫描参数:SE T_2WI : TR 2 200 ms, FSE T_2WI : TR 5 100 ms, 间距 0.6 mm。MRI检查结果交由2名专业医师进行分析。

1.2.4 血清Gal-1、Gal-3水平检测 入组后,收集所有受检者的静脉血3 mL,置于未加抗凝剂的取血管中。随后使用THZ-24型离心机(江苏新春兰科学仪器有限公司)3 000 r/min离心10 min,取上层血清置于BDW-86L490-Y型超低温冰箱(上海一恒科学仪器有限公司)保存待用。采用酶联免疫吸附(ELISA)法检测血清Gal-1、Gal-3(货号分别为JL19299-96T, JL19301-96T)水平,试剂盒均购自上海将来实业股份有限公司,由1名专业医师按照试剂盒说明书严格进行操作。

1.3 统计学分析 使用SPSS 26.0对本研究数据进行处理,居住地、吸烟史等计数资料采用(%)表示,采用 χ^2 检验比较,血清Gal-1、Gal-3水平等计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示,3组间比较采用 F 检验,采用SNK- q 检验进一步两两比较,采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清Gal-1、Gal-3水平对早期RA的诊断价值,采用 $Kappa$ 检验分析MRI联合血清Gal-1、Gal-3水平诊断早期RA与临床诊断的一致性, $0.60 < Kappa \leq 0.80$ 时表示诊断结果一致性较高; $Kappa > 0.80$ 时表示诊断结果一致性极好。以 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 3组的一般资料比较 3组的年龄、性别、BMI、受教育程度、居住地、吸烟史及饮酒史差异无统计学意义,早期RA组与良性关节炎组的糖尿病、高血压及冠心病人数比较差异无统计学意义(均 $P > 0.05$),见表1。

表 1 3 组的一般资料比较 $[\bar{x} \pm s, n(\times 10^{-2})]$

Table 1 Comparison of general information of the three groups

指标	早期 RA 组 (n=118)	良性关节炎组 (n=120)	对照组 (n=100)	F/ χ^2	P
年龄(岁)	53.21±12.25	53.47±11.54	52.88±10.67	0.071	0.931
性别				1.718	0.423
男	46(39.98)	48(40.00)	32(32.00)		
女	72(61.02)	72(60.00)	68(68.00)		
BMI(kg/m ²)	22.23±1.32	22.31±1.27	21.97±1.34	1.966	0.142
受教育程度				2.338	0.311
高中及以上	52(44.07)	49(40.83)	51(51.00)		
高中以下	66(55.93)	71(59.17)	49(49.00)		
居住地				1.949	0.377
城市	46(38.98)	43(35.83)	45(45.00)		
农村	72(61.02)	77(64.17)	55(55.00)		
吸烟史				0.384	0.825
是	38(32.20)	42(35.00)	36(36.00)		
否	80(67.80)	78(65.00)	64(64.00)		
饮酒史				0.300	0.861
是	41(34.75)	45(37.50)	38(38.00)		
否	77(65.25)	75(62.50)	62(62.00)		
糖尿病				0.278	0.598
是	10(8.47)	8(6.67)	—		
否	108(91.53)	112(93.33)	—		
高血压				0.065	0.798
是	13(11.02)	12(10.00)	—		
否	105(88.98)	108(90.00)	—		
冠心病				0.047	0.829
是	8(6.78)	110(93.22)	—		
否	9(7.50)	111(92.50)	—		

注：“—”表示无数据。

2.2 3 组血清 Gal-1、Gal-3 水平比较 早期 RA 组患者血清 Gal-1、Gal-3 水平高于良性关节炎组及对照组 ($P < 0.05$), 良性关节炎组与对照组血清 Gal-1、Gal-3 水平比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 2。

表 2 3 组血清 Gal-1、Gal-3 水平比较 $(\bar{x} \pm s, \text{ng/mL})$

Table 2 Comparison of serum Gal-1 and Gal-3 levels among the three groups

指标	早期 RA 组 (n=118)	良性关节炎组 (n=120)	对照组 (n=100)	F/ χ^2	P
Gal-1	61.75±10.87 ^{①②}	49.62±9.15	48.52±8.53	66.575	<0.001
Gal-3	1.91±0.48 ^{①②}	1.42±0.27	1.36±0.24	84.074	<0.001

注:与良性关节炎组比较,① $P < 0.05$;与对照组比较,② $P < 0.05$ 。

2.3 血清 Gal-1、Gal-3 水平对早期 RA 的诊断价值 血清 Gal-1、Gal-3 水平对早期 RA 的 ROC 价值分析显示, Gal-1 单独诊断早期 RA 的 AUC 为 0.820 (95%CI: 0.765~0.866), 截断值为 57.506 ng/mL, Gal-3 单独诊断早期 RA 的 AUC 为 0.812 (95%CI: 0.756~0.859), 截断值为 1.725 ng/mL, 见图 1。

2.4 不同诊断方式与 ACR 诊断 RA 的一致性检验 MRI 诊断共检测出 105 例早期 RA 患者, MRI 联合血清 Gal-1、Gal-3 水平共检测出 114 例早期 RA 患者,

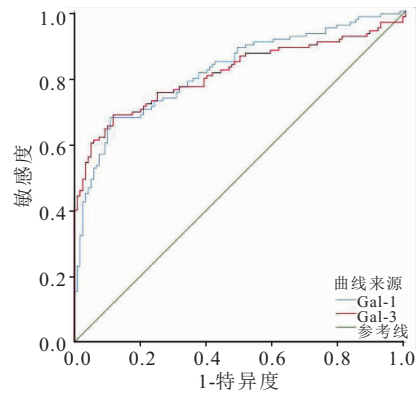


图 1 血清 Gal-1、Gal-3 水平诊断早期 RA 的 ROC 曲线

Figure 1 ROC curves of serum Gal-1 and Gal-3 levels for the diagnosis of early RA

Kappa 检验显示, MRI 联合血清 Gal-1、Gal-3 水平与 ACR 的一致性检验 (Kappa 值=0.832) 高于 MRI 单独诊断 (Kappa 值=0.733), 见表 3、4。

表 3 MRI 诊断与 ACR 诊断 RA 的一致性检验

Table 3 Consistency test between MRI diagnosis and ACR diagnosis of RA

MRI	ACR	
	早期 RA 组 (n=118)	良性关节炎组 (n=120)
阳性	105	15
阴性	13	105
Kappa 值	0.765	
P	<0.001	

表 4 MRI 联合血清 Gal-1、Gal-3 水平与 ACR 诊断 RA 的一致性检验

Table 4 Consistency test of MRI combined with serum Gal-1 and Gal-3 levels and ACR for diagnosis of RA

MRI+Gal-1+Gal-3	ACR	
	早期 RA 组 (n=118)	良性关节炎组 (n=120)
阳性	114	16
阴性	4	104
Kappa	0.832	
P	<0.001	

2.5 不同诊断方法对早期 RA 的诊断效能比较 MRI 联合血清 Gal-1、Gal-3 水平联合诊断的敏感度及阴性预测值高于单个指标单独诊断 ($P < 0.05$), 漏诊率低于单个指标单独诊断 ($P < 0.05$), 联合诊断的准确度高于血清 Gal-1、Gal-3 单独诊断的准确度 ($P < 0.05$), 见表 5。

3 讨论

RA 是自身免疫性疾病, 临床表现包括压痛及关节肿胀, 主要特征是进行性骨侵蚀、关节破坏及慢性炎症, 病情严重情况下可导致患者残疾, 对患者的日常生活造成极大的影响; 此外, 随着病情的发展, 患者极易产生心血管疾病及呼吸系统等并发症, 危及患者健康^[12-14]。RA 的发病机制目前尚不完全清楚, 可能

表 5 不同诊断方法对早期 RA 的诊断效能比较(%)

Table 5 Comparison of diagnostic efficacy of different diagnostic methods for early RA

指标	MRI	Gal-1	Gal-3	MRI+Gal-1+Gal-3
敏感度	88.98(105/118) ^①	67.80(80/118) ^①	68.64(81/118) ^①	96.61(114/118)
特异度	87.50(105/120)	89.17(107/120)	88.33(106/120)	86.67(104/120)
准确度	88.24(210/238)	78.5(187/238) ^①	78.57(187/238) ^①	91.60(218/238)
漏诊率	11.02(13/118) ^①	32.20(38/118) ^①	31.36(37/118) ^①	3.39(4/118)
误诊率	12.50(15/120)	10.83(13/120)	11.67(14/120)	13.33(16/120)
阳性预测值	87.50(105/120)	86.02(80/93)	85.26(81/95)	87.69(114/130)
阴性预测值	88.98(105/118) ^①	73.79(107/145) ^①	74.13(106/143) ^①	96.30(104/108)

注:与 MRI+Gal-1+Gal-3 比较,①P<0.05。

涉及免疫、环境、代谢、遗传及微生物等因素,病情进展受到多种免疫细胞影响^[15-16]。RA 对关节具有不可逆的破坏作用,早期诊断及有效的治疗能缓解患者病情,降低不良预后的发生风险,改善患者预后。本研究分析了 MRI 联合血清 Gal-1、Gal-3 水平对早期 RA 的诊断价值,以期为早期 RA 的诊断及治疗提供参考。

影像学是临床诊断 RA 的常用手段,MRI 是一种无创成像诊断 RA 的方式,能够显示患者关节部位的内部结构改变^[17-18]。病程在 1 年以内的 RA 患者是早期 RA,患者的临床表现通常不明显,临床常用血清免疫学指标进行检测,但这种诊断方式的特异性不高。MRI 联合血清标志物诊断早期 RA 越来越受到广泛关注^[19-20]。Kappa 检验用于检测两种结果的一致性,分值越大,一致性越好。本研究显示,MRI 与临床诊断结果的 Kappa 值为 0.765,表示 MRI 与临床诊断结果的一致性较好,而 MRI 联合血清 Gal-1、Gal-3 水平的 Kappa 值为 0.832,表示 MRI 联合血清 Gal-1、Gal-3 水平与临床诊断结果的一致性更好。诊断效能比较显示,MRI 联合血清 Gal-1、Gal-3 水平的敏感度及阴性预测值高于单个指标单独诊断,联合诊断的漏诊率低于单个指标单独诊断,联合诊断的准确度明显高于血清 Gal-1、Gal-3 水平单独诊断,但与 MRI 单独诊断早期 RA 比较,联合诊断的准确率提升效果不显著。可能是本研究纳入的样本量不足,引发结果的偏倚,后续将扩大样本量对试验结果进行验证。

半乳糖凝集素在免疫调节中发挥重要作用,参与多种生理及病理过程, Gal-1 是半乳糖凝集素家族的一员,大约为 14 kDa,能够形成同行二聚体,在免疫细胞中呈现高表达,通过活化的淋巴细胞发挥免疫抑制及抗炎作用^[21]。研究显示,RA 患者血清 Gal-1 水平增加,可用于 RA 的诊断^[22]。本研究结果显示,早期 RA 组患者血清 Gal-1 水平高于良性关节炎组及对照组,与上述文献研究结果一致,可能是 RA 发生时患者体内的促炎因子升高,导致免疫反应发生, Gal-1 作为

免疫反应的负向调控蛋白抑制免疫细胞的大量增殖,发挥免疫抑制作用,促进炎性细胞的分泌。

Gal-3 是嵌合体型半乳糖凝集素的唯一成员,在半乳糖凝集素中具有独特的结构,与 RA 的发病机制密切相关,影响机体破骨细胞、T 细胞活性及炎症反应^[23-24]。施凯兵等^[25]研究显示,血小板裂解液联合骨髓干细胞治疗能够下调 Gal-3 的表达,改善 RA 大鼠的关节炎及骨损伤,是 RA 治疗的潜在靶点。本研究结果显示,早期 RA 患者血清 Gal-3 水平升高,这一研究结果与 Nielsen 等^[9]研究结果一致,但与 Mendez-Huergo 等^[22]的研究结果相反。推测可能是不同地区不同种族患者存在差异,后续将扩大样本量开展多中心大样本试验对研究结果进行验证分析。

4 结论

早期 RA 患者血清 Gal-1、Gal-3 水平升高, MRI 联合血清 Gal-1、Gal-3 水平诊断早期 RA 的诊断效能较好,与临床诊断结果的一致性较高。本研究纳入样本量不够多,结果存在一定的局限性;此外,本研究采用良性关节炎患者作为疾病对照组,尚不清楚 MRI 联合血清 Gal-1、Gal-3 水平在鉴别早期 RA 及晚期 RA 患者的诊断效能,后期将完善试验方案进一步探究。

【参考文献】

- VENETSANOPOULOU A I, ALAMANOS Y, VOULGARIS P V, et al. Epidemiology of rheumatoid arthritis: genetic and environmental influences[J]. Expert Rev Clin Immunol, 2022, 18(9): 923-931.
- LIN Y J, ANZAGHE M, SCHÜLKE S. Update on the pathomechanism, diagnosis, and treatment options for rheumatoid arthritis[J]. Cells, 2020, 9(4): 880.
- MUELLER A L, PAYANDEH Z, MOHAMMADKHANI N, et al. Recent advances in understanding the pathogenesis of rheumatoid arthritis: new treatment strategies[J]. Cells, 2021, 10(11): 3017.
- XIAO L, HUANG Y Y, ZHAN F. Knee alterations in rheumatoid arthritis: comparison of US and MRI[J]. Open Med, 2021, 16(1): 913-918.
- 徐连强,李新善,曹毅. 血清 MMP-3、RF 水平结合 MRI 对类风湿

- 湿性关节炎的早期诊断价值研究[J]. 中国医学创新, 2022, 19(1): 121-124.
- [6] BERTHAM D P, TAN A L, BOOTH A, *et al.* Repeatability of quantitative MRI in patients with rheumatoid arthritis[J]. Radiography, 2022, 28(3): 831-837.
- [7] ZHAO J M, CHEN X, CHENG K, *et al.* Anserine and glucosamine supplementation attenuates the levels of inflammatory markers in rats with rheumatoid arthritis[J]. AMB Express, 2020, 10(1): 57.
- [8] 王晓亮, 郑伟, 赵娜, 等. 类风湿关节炎患者血清 IL-35, MMP-3, Gal-1 水平及其与免疫功能指标的相关性研究[J]. 现代检验医学杂志, 2022, 37(2): 71-75.
- [9] NIELSEN M A, KØSTER D, GREISEN S, *et al.* Increased synovial galectin-3 induce inflammatory fibroblast activation and osteoclastogenesis in patients with rheumatoid arthritis [J]. Scand J Rheumatol, 2023, 52(1): 33-41.
- [10] 中华医学会风湿病学分会. 2018 中国类风湿关节炎诊疗指南 [J]. 中华内科杂志, 2018, 57(4): 242-251.
- [11] 栗占国, 张卓莉, 李小霞, 等. 2008 年美国风湿病学会 (ACR) 年会学术动态 [J]. 中华风湿病学杂志, 2008, 12(12): 855-857.
- [12] 姬东波, 杨珊珊. 血清中抗核周因子 (APF), 抗角蛋白抗体 (AKA) 及抗环瓜氨酸多肽 (CCP) 抗体在类风湿性关节炎 (RA) 诊断中的应用价值 [J]. 航空航天医学杂志, 2024, 35(1): 54-57.
- [13] 刘亚静, 徐胜珍, 武智强, 等. 系统免疫炎症指数对肿瘤坏死因子拮抗剂治疗类风湿关节炎的疗效预测价值 [J]. 西部医学, 2023, 35(3): 432-437.
- [14] PETROVSKÁ N, PRAJZLEROVÁ K, VENCOSK 闾 Euclid ExtraiCp J, *et al.* The pre-clinical phase of rheumatoid arthritis: from risk factors to prevention of arthritis [J]. Autoimmun Rev, 2021, 20(5): 102797.
- [15] ZHAO J N, GUO S C, SCHRODI S J, *et al.* Molecular and cellular heterogeneity in rheumatoid arthritis: mechanisms and clinical implications [J]. Front Immunol, 2021, 12: 790122.
- [16] CAO Y, YANG Y, HU Q F, *et al.* Identification of potential drug targets for rheumatoid arthritis from genetic insights: a Mendelian randomization study [J]. J Transl Med, 2023, 21(1): 616.
- [17] 张新飞, 朱晶晶, 袁冬健, 等. 彩色多普勒肌骨超声、磁共振成像 (MRI) 在类风湿性关节炎的膝关节病变中的诊断价值 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2023, 21(7): 169-171.
- [18] 韩超哲, 赫梓廷. 类风湿关节炎中核磁共振技术应用的研究进展 [J]. 实用放射学杂志, 2022, 38(12): 2069-2072.
- [19] 庄利东, 陈曦, 陈妍文, 等. MRI 联合血清 GABARAPL2、ZNF706 和 WIBG 对早期类风湿关节炎的诊断价值分析 [J]. 中国医学前沿杂志 (电子版), 2019, 11(10): 131-135.
- [20] DEN HOLLANDER N K, VERSTAPPEN M, SIDHU N, *et al.* Hand and foot MRI in contemporary undifferentiated arthritis: in which patients is MRI valuable to detect rheumatoid arthritis early? A large prospective study [J]. Rheumatology, 2022, 61(10): 3963-3973.
- [21] TRIGUERO-MARTÍNEZ A, DE LA FUENTE H, MONTES N, *et al.* Validation of galectin-1 as potential diagnostic biomarker of early rheumatoid arthritis [J]. Sci Rep, 2020, 10(1): 17799.
- [22] MENDEZ-HUERGO S P, HOCKL P F, STUPIRSKI J C, *et al.* Clinical relevance of galectin-1 and galectin-3 in rheumatoid arthritis patients; differential regulation and correlation with disease activity [J]. Front Immunol, 2018, 9: 3057.
- [23] PEDERSEN K, NIELSEN M A, JUUL-MADSEN K, *et al.* Galectin-3 interacts with PD-1 and counteracts the PD-1 pathway-driven regulation of T cell and osteoclast activity in Rheumatoid Arthritis [J]. Scand J Immunol, 2023, 97(2): e13245.
- [24] PEDERSEN J M, HANSEN A S, SKEJØ C, *et al.* Lymphocyte activation gene 3 is increased and affects cytokine production in rheumatoid arthritis [J]. Arthritis Res Ther, 2023, 25(1): 97.
- [25] 施凯兵, 张小飞, 周振宇, 等. 血小板裂解液联合骨髓干细胞治疗对大鼠膝关节滑膜组织 TRAF6、Gal-3 mRNA 及蛋白的影响 [J]. 临床和实验医学杂志, 2022, 21(13): 1356-1359.

(收稿日期: 2024-06-03; 修回日期: 2024-08-09; 编辑: 黎仕娟)

(上接第 614 页)

- [18] 王福倩, 王帅, 毛锡金, 等. 机器学习基于乳腺癌瘤内、瘤周多模态 MRI 影像组学特征预测 Ki-67 表达的研究 [J]. 实用放射学杂志, 2023, 39(10): 1606-1610.
- [19] 张成孟, 丁治民, 陈鹏, 等. 基于 DCE-MRI 瘤内及瘤周影像组学联合 TIC 分型及 Ki-67 预测乳腺癌患者 HER-2 表达 [J]. 磁共振成像, 2023, 14(4): 68-75.
- [20] 明洁, 陈莹, 刘莹, 等. 基于 DCE-MRI 瘤内联合瘤周影像组学模型术前预测乳腺癌 Ki-67 表达状态的价值 [J]. 磁共振成像, 2022, 13(10): 132-137.
- [21] LI C L, SONG L R, YIN J D. Intratumoral and peritumoral radiomics based on functional parametric maps from breast DCE-MRI for prediction of HER-2 and ki-67 status [J]. J Magn Reson Imaging, 2021, 54(3): 703-714.
- [22] 吴朝, 李新宇, 陈随, 等. 基于动态增强 MRI 瘤内和瘤周的影像组学模型在预测三阴性乳腺癌的诊断价值 [J]. 医学研究与创
- 伤救治, 2023, 36(4): 375-381.
- [23] 刘晓东, 王新宇, 宁刚. MRI 影像组学术前预测乳腺浸润性导管癌 Ki-67 表达 [J]. 中国医学影像技术, 2022, 38(2): 210-214.
- [24] 赵以惠, 陈艾琪, 杜小萌, 等. 3D-MRI 影像组学特征与肿块型乳腺癌分子分型相关性分析 [J]. 临床放射学杂志, 2023, 42(9): 1442-1446.
- [25] XU L, YANG P F, YEN E A, *et al.* A multi-organ cancer study of the classification performance using 2D and 3D image features in radiomics analysis [J]. Phys Med Biol, 2019, 64(21): 215009.
- [26] XIE X J, LIU S Y, CHEN J Y, *et al.* Development of unenhanced CT-based imaging signature for BAP1 mutation status prediction in malignant pleural mesothelioma: consideration of 2D and 3D segmentation [J]. Lung Cancer, 2021, 157: 30-39.

(收稿日期: 2024-04-17; 修回日期: 2024-05-23; 编辑: 黎仕娟)