

· 临床论著 ·

不同检验指标诊断关节假体周围感染的意义[△]

宋振宇¹, 黄金承^{1,2}, 王庆凯¹, 王东辉¹, 冯家威¹, 曹前前^{1,2}, 陈 骁^{1,2}, 代志鹏^{1,2}, 金 毅^{1,2*}

[1. 河南大学人民医院 (河南省人民医院), 河南郑州 450003; 2. 郑州大学人民医院, 河南郑州 450003]

摘要: [目的] 探讨白蛋白与纤维蛋白原比率 (albumin/fibrinogen ratio, AFR)、C 反应蛋白/ (白蛋白/球蛋白) 比率 (CRP/albumin/globulin ratio, CAGR) 和白蛋白 (albumin, ALB) 对人工关节置换术后关节假体周围感染 (periprosthetic joint infection, PJI) 的诊断价值。[方法] 回顾性分析 2018 年 1 月—2021 年 1 月在本院行髋、膝关节翻修术的 95 例患者的临床资料。其中 45 例诊断为 PJI, 50 例诊断为假体无菌性松动 (aseptic loosening, AL)。统计分析两组检验指标, 以 ROC 曲线计算各项指标的灵敏度与特异度, 并依据曲线下面积比较其诊断效能。[结果] PJI 组的 CRP [(42.2±47.4) mg/L vs (8.8±18.4) mg/L, $P<0.05$]、ESR [(54.2±27.7) mm/h vs (22.2±18.7) mm/h, $P<0.05$]、FIB [(5.1±1.4) g/L vs (3.4±0.8) g/L, $P<0.05$]、GLO [(32.1±6.3) g/L vs (27.4±4.5) g/L, $P<0.05$] 和 CAGR [(39.6±43.6) vs (6.6±14.8), $P<0.05$] 水平均显著高于 AL 组, 而 ALB [(37.0±7.4) g/L vs (40.7±4.1) g/L, $P<0.05$] 和 AFR [(7.9±3.1) vs (12.9±3.3), $P<0.05$] 均显著低于 AL 组 ($P<0.05$)。ROC 分析表明, FIB (AUC=0.869、灵敏度=82.0%、特异度=80.0%)、AFR (AUC=0.864、灵敏度=92.0%、特异度=80.0%)、CAGR (AUC=0.825、灵敏度=90.0%、特异度=66.7%)、GLO (AUC=0.768、灵敏度=54.0%、特异度=91.1%) 诊断 PJI 的价值均为良, 而 ALB 价值为一般 (AUC=0.754、灵敏度=86.0%、特异度=60.0%)。[结论] AFR、FIB 和 CAGR 可作为 PJI 诊断的新辅助指标。

关键词: 人工关节置换术, 关节假体周围感染, 血液检验, 白蛋白与纤维蛋白原比率

中图分类号: R681.57 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 13-1153-05

Significance of blood test parameters in the diagnosis of periprosthetic joint infection // SONG Zhen-yu¹, HUANG Jin-cheng^{1,2}, WANG Qing-kai¹, WANG Dong-hui¹, FENG Jia-wei¹, CAO Qian-qian^{1,2}, CHEN Xiao^{1,2}, DAI Zhi-peng^{1,2}, JIN Yi^{1,2}. 1. People's Hospital of Henan Province, Zhengzhou 450003, China; 2. People's Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450003, China

Abstract: [Objective] To explore the significances of albumin/fibrinogen ratio (AFR), C-reactive protein/ (albumin/globulin) ratio (CAGR) and albumin (ALB) in the diagnosis of periprosthetic joint infection (PJI) secondary to major joint replacement. **[Methods]** A retrospective study was done on 95 patients who underwent revision of hip or knee arthroplasty in our hospital from January 2018 to January 2021. Of them, 45 patients were definitively diagnosed of PJI, while the remaining 50 patients were definitively diagnosed of aseptic loosening (AL). The blood test parameters were compared between the two groups, then which were analyzed by ROC curve to calculate the sensitivity and specificity, and the diagnostic efficacy by area under curve (AUC). **[Results]** The PJI group had significantly higher level of CRP [(42.2±47.4) mg/L vs (8.8±18.4) mg/L, $P<0.05$], ESR [(54.2±27.7) mm/h vs (22.2±18.7) mm/h, $P<0.05$], FIB [(5.1±1.4) g/L vs (3.4±0.8) g/L, $P<0.05$], GLO [(32.1±6.3) g/L vs (27.4±4.5) g/L, $P<0.05$] and CAGR [(39.6±43.6) vs (6.6±14.8), $P<0.05$], while significantly lower level of ALB [(37.0±7.4) g/L vs (40.7±4.1) g/L, $P<0.05$] and AFR [(7.9±3.1) vs (12.9±3.3), $P<0.05$] than the AL group. As results of ROC analysis, the FIB (AUC=0.869, sensitivity=82.0%, specificity=80.0%), the AFR (AUC=0.864, sensitivity=92.0%, specificity=80.0%), the CAGR (AUC=0.825, sensitivity=90.0%, specificity=66.7%), and the GLO was good (AUC=0.768, sensitivity=54.0%, specificity=91.1%), while the ALB was fair (AUC=0.754, sensitivity=86.0%, specificity=60.0%). **[Conclusion]** AFR, FIB and CAGR might be used as new auxiliary marker for PJI diagnosis.

Key words: artificial joint replacement, periprosthetic joint infection, blood analysis albumin-to-fibrinogen ratio

人工关节假体周围感染 (periprosthetic joint infection, PJI) 是人工关节置换术后最严重的并发症

之一, 据统计 PJI 的发生率约为 1.2%, 其中膝关节 PJI 发生率约为 1.4%, 髋关节 PJI 发生率约为

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.13.01

△基金项目: 河南省科技攻关项目 (编号: 202102310113); 河南省省部共建项目 (编号: SBGJ202102031); 河南省医学科技攻关计划联合共建项目 (编号: LHGJ20210024), 国家自然科学基金青年项目 (编号: 82002840; 82002300)

作者简介: 宋振宇, 在读硕士, 研究方向: 骨关节科, (电话) 18937366697, (电子信箱) 1742732585@qq.com

* **通信作者:** 金毅, (电话) 13837153884, (电子信箱) hnjyinyimd@163.com

0.9%^[1]。该并发症的处理极为困难。尽管2014年美国肌肉骨骼感染学会(Musculoskeletal Infection Society, MSIS)将血清C反应蛋白(C-reactive protein, CRP)和红细胞沉降率(erythrocyte sedimentation rate, ESR)两项指标列入PJI的次要诊断标准中^[2],提高了PJI的诊断准确性。但目前尚无某项检测指标,能够针对PJI的诊断提供100%的敏感性和特异性诊断性能。临床上针对PJI患者常采用保留假体的清创联合有效抗生素治疗(debridement, antibiotics, irrigation and retention, DAIR)^[3],一期翻修及二期翻修术等治疗方案^[4],且治疗方案制定与PJI发生时间密切相关,因此当前研究的重点是发现诊断PJI取样简单、检测快速、效价比较高的生物标志物。

纤维蛋白原(fibrinogen, FIB)是一种凝血相关的血清学标志物,研究表明其在凝血级联反应和炎症机制之间存在重要的相关性^[5]。本团队在既往的研究中发现,FIB、D-二聚体(D-dimer)、白蛋白/球蛋白比率(albumin/globulin ratio, A/G)在诊断PJI中具有一定价值^[6-8]。新近文献的报道,白蛋白与纤维蛋白原比率(albumin/fibrinogen ratio, AFR)作为一项新的血清学标志物在炎症、恶性肿瘤疾病中表现出的优异临床诊疗价值,引起关注^[9-12]。此外,在新近的研究中证明了C反应蛋白/白蛋白/球蛋白比率(CRP/albumin/globulin ratio, CAGR)在PJI的诊断中具有较高价值^[13]。

尚未有研究评估AFR指标在PJI诊断中的价值,而CAGR和白蛋白(albumin, ALB)指标鲜有研究。因此,作者假设这3项指标,可能是诊断PJI的有价值的生物标志物。故回顾性分析2018年1月—2021年1月在河南省人民医院行髋、膝关节置换术的95例患者的临床资料,旨在探讨AFR、CAGR、ALB诊断PJI的价值。

1 资料与方法

1.1 诊断标准

PJI诊断标准:根据2014版MSIS的PJI诊断标准^[2],当患者有两个主要标准之一或5个次要标准中的3个时,诊断为PJI。主要诊断标准:(1)与假体相通的窦道;(2)两次培养为同一细菌。次要诊断标准:(1)ESR增快和CRP升高;(2)关节液白细胞计数升高或白细胞酯酶(LE)试纸呈++;(3)关节液中性粒细胞比例升高;(4)单

次细菌培养阳性;(5)假体周围组织病理学分析结果阳性。

假体无菌性松动(aseptic loosening, AL)诊断标准:假体无菌性松动依据现有诊断标准^[14],(1)临床症状:关节假体周围出现与体位改变有关的疼痛,如从坐位到站位,或行走时开始的几步,即常说的“起步痛”;(2)影像学:假体或骨水泥周围完全被宽度>2 mm的X线透亮带所包围,透亮带进行性增宽;(3)排除因PJI而引起的假体松动。

1.2 一般资料

回顾性分析2018年1月—2021年1月符合PJI或AL诊断而行髋、膝关节置换术95例患者的临床资料,其中45例(47.3%)诊断为PJI,50例(52.7%)诊断为AL。两组患者性别、年龄、侧别的差异均无统计学意义($P>0.05$),但初次人工关节手术部位方面差异有统计学意义($P<0.05$)。本研究经河南省人民医院医学伦理委员会批准(批号:2020.80),所有患者均知情同意。

表1 两组患者一般资料与比较

指标	PJI组 (n=45)	AL组 (n=50)	P值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	68.0±12.2	65.9±12.3	0.411
性别(例,男/女)	18/27	25/25	0.328
初次手术(例,TKA/THA)	27/18	14/36	0.002
侧别(例,左/右/双)	21/21/3	18/26/6	0.518

注:THA, total hip arthroplasty, 全髋关节置换术;TKA, total knee arthroplasty, 全膝关节置换术

1.3 检测方法

于患者入院次日清晨采集静脉血2 ml置于EDTA-K2抗凝管内,在专用蛋白质分析仪PA-990(Sysmex,日本)上采用免疫比浊法测定CRP;在Alifax TEST1分析仪(Alifax,意大利)上采用毛细管光度测定动力学法检测ESR;采集患者空腹静脉血3 ml于促凝管内,离心分离血清,在ARCHITECT C16000自动生化分析仪(雅培,美国)上,采用染料结合法检测ALB水平,通过计算法得出球蛋白(globulin, GLO)水平;采集静脉血2 ml于枸橼酸盐抗凝管内,离心分离血浆,在全自动凝血分析仪CS-5100(Sysmex,日本)上使用Clauss法测定FIB水平。通过本院电子病历系统收集并记录符合纳入标准患者的CRP、ESR、FIB、ALB、GLO的结果数据,并根据公式计算 $AFR = ALB/FIB$, $CAGR = CRP/(ALB/GLO)$ 。

1.4 评价指标

根据临床诊断将纳入病例分为 PJI 组和 AL 组，评估 CRP、ESR、FIB、ALB、GLO、AFR 和 CAGR 对 PJI 的诊断价值。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 21.0 软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，两组间比较采用独立样本 *t* 检验；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。采用 GraphPad Prism 8.0.2 软件绘制受试者工作特征 (ROC) 曲线，计算各项检验指标的曲线下面积 (area under curve, AUC)、敏感度、特异性、最佳截断值等参数，用以评估诊断效能。AUC 值为优 (0.900~1.000)，良 (0.800~0.899)，一般 (0.700~0.799)，差 (0.600~0.699)，或无诊断能力 (0.500~0.599)。P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 整体检验结果

PJI 组与 AL 组两组患者检测结果见表 2，确诊时 PJI 组的 CRP、ESR、FIB、GLO 和 CAGR 水平均显著高于 AL 组 (P<0.05)，而 ALB 和 AFR 水平显著低于 AL 组 (P<0.05)。

表 2 95 例 THA 和 TKA 患者确诊时检验结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	PJI 组 (n=45)	AL 组 (n=50)	P 值
CRP (mg/L)	42.2±47.4	8.8±18.4	<0.001
ESR (mm/h)	54.2±27.7	22.2±18.7	<0.001
FIB (g/L)	5.1±1.4	3.4±0.8	<0.001
ALB (g/L)	37.0±7.4	40.7±4.1	0.002
GLO (g/L)	32.1±6.3	27.4±4.5	<0.001
AFR	7.9±3.1	12.9±3.3	<0.001
CAGR	39.6±43.6	6.6±14.8	<0.001

2.2 根据部位分组检验

按 THA 或 TKA 将患者分组比较结果见表 3、表 4。THA 和 TKA 确诊时 PJI，其 CRP、ESR、FIB 和 CAGR 水平均显著高于 AL 患者 (P<0.05)；而 PJI 组的 AFR 水平显著低于 AL 组 (P<0.05)。在 THA 术，PJI 与 AL 两组间 ALB 和 GLO 的差异均无统计学意义 (P>0.05)。在 TKA 术，PJI 组的 ALB 水平显著低于 AL 组 (P<0.05)，而 PJI 组的 GLO 水平显著高于 AL 组 (P<0.05)。

表 3 54 例 THA 患者确诊时检验结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	PJI 组 (n=18)	AL 组 (n=36)	P 值
CRP (mg/L)	40.6±52.8	10.5±21.3	0.004
ESR (mm/h)	53.3±32.4	24.1±20.3	<0.001
FIB (g/L)	4.8±1.8	3.4±0.8	<0.001
ALB (g/L)	38.8±10.3	41.2±4.3	0.226
GLO (g/L)	30.4±5.8	27.5±4.9	0.055
AFR	9.2±4.1	12.9±3.8	0.002
CAGR	37.4±50.2	4.6±6.6	<0.001

表 4 41 例 TKA 患者确诊时检验结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	PJI 组 (n=27)	AL 组 (n=14)	P 值
CRP (mg/L)	43.2±44.4	4.6±5.2	0.003
ESR (mm/h)	54.8±24.8	17.3±12.9	<0.001
FIB (g/L)	5.3±1.1	3.3±0.9	<0.001
ALB (g/L)	35.7±4.3	39.4±3.2	0.008
GLO (g/L)	33.1±6.6	27.1±3.4	0.003
AFR	7.0±1.8	12.7±1.8	<0.001
CAGR	41.0±39.6	11.8±25.9	0.017

2.3 整体的 ROC 分析结果

整体患者 CRP、ESR、FIB、ALB、GLO、AFR 和 CAGR 诊断 PJI 的 ROC 曲线见图 1a，结果见表 5。各指标诊断的 AUC 值由高至低依次为：FIB>AFR>ESR>CAGR>CRP>GLO>ALB。按照诊断价值标准，FIB、AFR、ESR、CAGR 和 CRP 指标诊断 PJI 的价值均为良，ALB 和 GLO 指标诊断 PJI 的价值为一般。

表 5 95 例 THA 和 TKA 患者是否 PJI 的 ROC 分析结果

指标	曲线下面积 (95%CI)	最佳截断值	灵敏度 (%)	特异度 (%)
CRP	0.814 (0.724~0.903)	14.580	86.0	68.9
ESR	0.847 (0.771~0.922)	47.500	94.0	57.8
FIB	0.869 (0.796~0.942)	3.955	82.0	80.0
ALB	0.754 (0.654~0.852)	36.650	86.0	60.0
GLO	0.768 (0.673~0.862)	26.700	54.0	91.1
AFR	0.864 (0.785~0.943)	9.070	92.0	80.0
CAGR	0.825 (0.738~0.912)	13.960	90.0	66.7

2.4 按部位分组的 ROC 分析

THA 的 CRP、ESR、FIB、ALB、GLO、AFR 和 CAGR 诊断 PJI 的 ROC 曲线见图 1b，结果见表 6。各指标诊断的 AUC 值由高至低依次为：ESR>FIB>CAGR>AFR>CRP>ALB>GLO。根据 ROC 曲线分析，按照诊断价值标准，ESR、FIB、CAGR、AFR、CRP 和 ALB 指标诊断髋关节 PJI 的价值均为一般。GLO

指标诊断髋关节 PJI 的价值为差。

表 6 54 例 THA 患者是否 PJI 的 ROC 分析结果

指标	曲线下面积 (95%CI)	最佳截断值	灵敏度 (%)	特异度 (%)
CRP	0.740 (0.584~0.896)	8.330	72.2	77.8
ESR	0.774 (0.644~0.904)	44.000	86.1	55.6
FIB	0.768 (0.624~0.911)	3.955	83.3	66.7
ALB	0.706 (0.554~0.858)	37.250	80.6	55.6
GLO	0.677 (0.527~0.827)	26.850	55.6	77.8
AFR	0.741 (0.589~0.894)	9.025	88.9	61.1
CAGR	0.765 (0.604~0.927)	15.340	94.4	61.1

TKA 的 CRP、ESR、FIB、ALB、GLO、AFR 和 CAGR 诊断 PJI 的 ROC 曲线见图 1c，各指标诊断的 AUC 值由高至低依次为：AFR>ESR>FIB>CRP>CAGR>GLO>ALB，见表 7。按照诊断价值标准，AFR、ESR、FIB 和 CRP 指标诊断膝关节 PJI 的价值均为优，CAGR 和 GLO 指标诊断膝关节 PJI 的价值为良，ALB 指标诊断膝关节 PJI 的价值为一般。

3 讨论

PJI 是人工关节置换术后严重并发症，多数患者由于感染未能及时控制或治疗后复发感染而需多次手术干预，且治疗期间抗生素的使用易引起重要脏器衰竭等诸多并发症，甚至死亡^[15]。人β防御素-3、Toll 样受体 (toll-like receptor, TLRs) 等是新近研究证实具有较高 PJI 诊断性能的标志物，但检测所需的特殊设备及复杂的操作过程限制了其在临床的

大范围推广^[16, 17]。而 AFR、CAGR 可基于临床中最常见的检验项目计算而得，是检测简单、快速便捷、效价比较高的诊断指标，使基层医疗机构实现早期诊断 PJI 成为可能。

表 7 41 例 TKA 患者是否 PJI 的 ROC 分析结果

指标	曲线下面积 (95%CI)	最佳截断值	灵敏度 (%)	特异度 (%)
CRP	0.900 (0.807~0.991)	14.370	92.9	74.1
ESR	0.944 (0.873~1.000)	22.500	85.7	92.6
FIB	0.921 (0.822~1.000)	4.120	85.7	88.9
ALB	0.766 (0.620~0.912)	36.450	85.7	70.4
GLO	0.827 (0.697~0.957)	26.150	50.0	100
AFR	0.984 (0.951~1.000)	10.32	100	96.3
CAGR	0.831 (0.678~0.984)	9.665	85.7	77.8

ALB 作为兼顾反映营养水平与炎症状态的指标，当免疫系统被激活时，白蛋白含量会相应降低。Wang 等^[18]研究表明 ALB 诊断 PJI 的诊断效能 AUC 为 0.774，灵敏度和特异度分别为 67.5% 和 77.5%，与本研究结果相似，在 PJI 的整体诊断中，ALB 以 36.65 g/L 作为最佳截断值的灵敏度和特异度分别为 86.0% 和 60.0%，AUC 的值为 0.754，在各项指标中最低，按照 AUC 评估标准，诊断价值一般。在作者进一步的分析中发现，ALB 在髋关节 PJI 组与 AL 组的差异不具有统计学意义。故在 PJI 的诊断中，应谨慎使用 ALB 作为 PJI 的诊断标志物以及进行更大样本量的研究，探讨 ALB 在髋、膝关节 PJI 诊断中的价值。

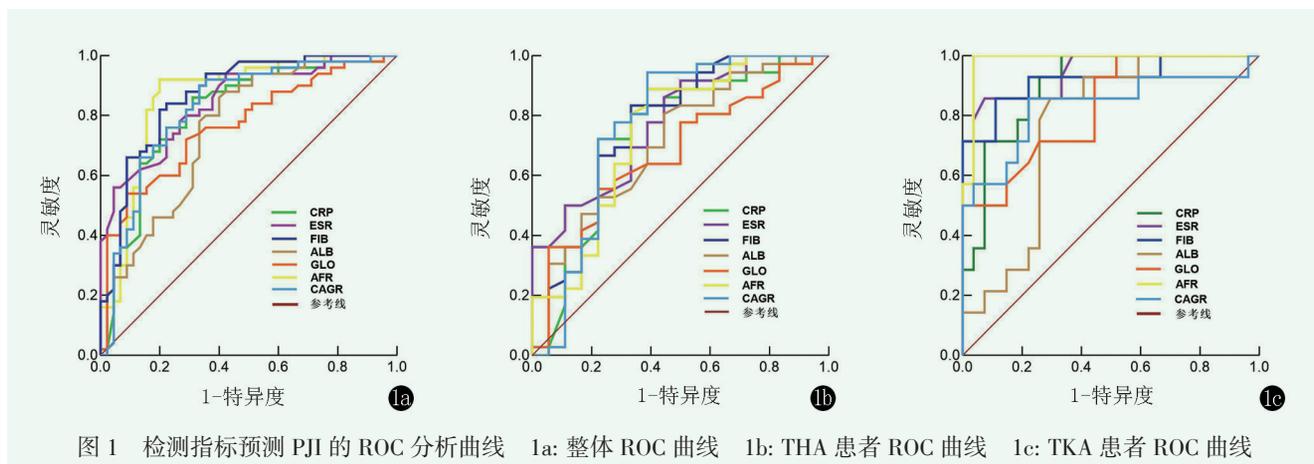


图 1 检测指标预测 PJI 的 ROC 分析曲线 1a: 整体 ROC 曲线 1b: THA 患者 ROC 曲线 1c: TKA 患者 ROC 曲线

FIB 即凝血因子 I，是凝血与炎症相关的指标之一^[19]。研究发现机体存在严重感染时，ALB 减少而 FIB 因凝血级联反应和炎症机制的作用而升高^[5]。在既往的研究中，多数研究者仅对各检验指标在 PJI 整

体中的诊断价值进行了分析，而并未根据髋、膝关节部位分组进行 ROC 分析结果。本研究结果表明，FIB (AUC=0.869) 和 AFR (AUC=0.864) 在 PJI 的整体诊断中价值为良，在对膝关节 PJI 诊断中，FIB

(AUC=0.921) 和 AFR (AUC=0.984) 的诊断价值为优, 而对髋关节 PJI 诊断中, FIB (AUC=0.768) 和 AFR (AUC=0.741) 的诊断价值为一般。在关节外科领域, Maimaiti 等^[12] 通过 466 例接受人工关节翻修手术的患者研究发现低 AFR 值是评估术后营养不良的有效生物标志物, 并证明了 AFR 指标在预测 AL 患者接受翻修术后发生急性 PJI 中具有较高的预测价值 (AUC=0.721)。Jiang 等^[10] 通过 336 例 THA 术后患者研究发现低 AFR 值是全关节置换术后谵妄的独立危险因素。

新近发表的研究证明了 CAGR 在 PJI 的诊断中具有较高价值^[13], 以 3.1 作为最佳截断值的灵敏度和特异度分别为 96.0% 和 92.0%, AUC 的值为 0.980, 按照 AUC 评价标准诊断价值为优。与本研究结果相比, 以 13.960 作为最佳截断值的灵敏度和特异度分别为 90.0% 和 66.7%, AUC 的值为 0.825, 与经典炎症指标 CRP (AUC=0.814, 灵敏度=86.0%, 特异度=68.9%) 相近, PJI 诊断价值为良。此外, 按髋、膝关节部位分组探讨 CAGR 的 ROC 分析结果 (髋关节 PJI AUC=0.765, 膝关节 PJI AUC=0.831), 表明 CAGR 在诊断膝关节 PJI 的诊断上效能更高。作为新近发现的有价值的指标, AFR 和 CAGR 在 PJI 诊断价值研究较少, 故需要更多学者进一步的探讨。

本研究存在以下不足: (1) 非前瞻性研究, 存在一定的选择性偏倚, 且不能完全排除相关混杂因素的影响; (2) 未考虑患者其他合并症等对 AFR、ALB 和 CAGR 的影响; (3) 数量有限, 未进行急、慢性 PJI 亚组分析以及并未考虑过度肥胖的患者对检测指标的影响。

综上所述, 作者认为 AFR、FIB 和 CAGR 可作为 PJI 诊断的新辅助指标, 且 AFR 和 FIB 在膝关节 PJI 诊断中具有较高的诊断价值。

参考文献

- [1] Huotari K, Peltola M, Jansen E. The incidence of late prosthetic joint infections: a registry-based study of 112,708 primary hip and knee replacements [J]. *Acta Orthop*, 2015, 86 (3): 321-325.
- [2] Parvizi J, Gehrke T. Definition of periprosthetic joint infection [J]. *J Arthroplasty*, 2014, 29 (7): 1331.
- [3] 程永刚, 乔永杰, 李峰, 等. 急性膝假体周围感染保留假体治疗 8 年经验 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (7): 603-607.
- [4] Benjamin TB, Alexander BC, Alexander SM, et al. Periprosthetic joint infections treated with two-stage revision over 14 years: an evolving microbiology profile [J]. *J Arthroplasty*, 2014, 29 (5): 877-882.
- [5] Davalos D, Akassoglou K. Fibrinogen as a key regulator of inflammation in disease [J]. *Semin Immunopathol*, 2012, 34 (1): 43-62.
- [6] 黄金承, 王振, 赵永强, 等. 血清 D-二聚体在关节假体周围感染诊断中的意义 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (17): 1566-1569.
- [7] 黄金承, 高宗炎, 代志鹏, 等. 假体周围感染诊断新检验指标的探讨 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (16): 1441-1445.
- [8] Jiao JB, Huang JC, Chen X, et al. Albumin to globulin ratio, neutrophil to lymphocyte ratio, and globulin levels do not outperform ESR or Crp when diagnosing periprosthetic joint infection [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23 (1): 404.
- [9] Sun D, An L, Lv G. Albumin-fibrinogen ratio and fibrinogen-pre-albumin ratio as promising prognostic markers for cancers: an updated meta-analysis [J]. *World J Surg Oncol*, 2020, 18 (1): 9.
- [10] Jiang L, Lei G. Albumin/fibrinogen ratio, an independent risk factor for postoperative delirium after total joint arthroplasty [J]. *Geriatr Gerontol Int*, 2022, 22 (5): 412-417.
- [11] Zhang H, Ren P, Ma M, et al. Prognostic significance of the preoperative albumin/fibrinogen ratio in patients with esophageal squamous cell carcinoma after surgical resection [J]. *J Cancer*, 2021, 12 (16): 5025-5034.
- [12] Maimaiti Z, Xu C, Fu J, et al. A novel biomarker to screen for malnutrition: albumin/fibrinogen ratio predicts septic failure and acute infection in patients who underwent revision total joint arthroplasty [J]. *J Arthroplasty*, 2021, 36 (9): 3282-3288.
- [13] Choe H, Kobayashi N, Abe K, et al. Evaluation of serum albumin and globulin in combination with C-reactive protein improves serum diagnostic accuracy for low-grade periprosthetic joint infection [J]. *J Arthroplasty*, 2022, 38 (3): 555-561.
- [14] Huang J, Zhang Y, Wang Z, et al. The serum level of D-Dimer is not suitable for distinguishing between prosthetic joint infection and aseptic loosening [J]. *J Orthop Surg Res*, 2019, 14 (1): 407.
- [15] Wang Q, Huang J, Chen X, et al. Risk factors of reinfection after prosthesis removal and antibiotic bone cement spacer implantation for the treatment of periprosthetic joint infection [J]. *BMC Infect Dis*, 2022, 22 (1): 905.
- [16] Galliera E, Drago L, Vassena C, et al. Toll-like receptor 2 in serum: a potential diagnostic marker of prosthetic joint infection [J]. *J Clin Microbiol*, 2014, 52 (2): 620-623.
- [17] 罗羲, 费军, 杜顺华, 等. 人 β 防御素-3 在人工关节感染假体周围组织中的表达 [J]. *中华创伤杂志*, 2013, 29 (5): 456-460.
- [18] Wang H, Zhou H, Jiang R, et al. Globulin, the albumin-to-globulin ratio, and fibrinogen perform well in the diagnosis of periprosthetic joint infection [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2021, 22 (1): 583.
- [19] Jennewein C, Tran N, Paulus P, et al. Novel aspects of Fibrin (Ogen) fragments during inflammation [J]. *Mol Med*, 2011, 17 (5-6): 568-573.

(收稿:2022-12-07 修回:2023-03-23)

(同行评议专家: 陶海荣 付国建 韩奇财 田青)

(本文编辑: 郭秀婷)