

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2020.02.021

❖ 论著 ❖

基于 ROC 曲线模型下分析血清 PCT 水平与腰椎内固定术后感染的关系

朱军¹, 赵学臣², 汪阳林³, 杨宝昌³, 董巍¹, 王红岩¹, 米盼盼¹, 孔繁林¹, 张天一¹

(1. 河北中石油中心医院骨科, 河北 廊坊 065000; 2. 天津市河西区津好医院骨科, 天津 300202; 3. 河北中石油中心医院检验科, 河北 廊坊 065000)

【摘要】目的: 探讨基于 ROC 曲线模型下血清降钙素原 (PCT) 水平与腰椎内固定术后感染的关系。**方法:** 回顾性分析 350 例行腰椎内固定术患者的临床资料, 根据术后 2 周内的感染发生率, 将其分成感染组、非感染组。所有患者均于术后 3 d 采血检测血清 PCT 水平, 并测定传统的实验室指标, 包括 C 反应蛋白 (CRP)、血沉 (ESR)、白细胞计数 (WBC)。绘制 ROC 曲线分析血清 PCT、CRP、ESR、WBC 对腰椎内固定术后感染的预测价值, 比较血清 PCT 与传统血清指标预测腰椎内固定术后感染的效果。经 Pearson 线性相关分析血清 PCT 与血清 CRP、ESR、WBC 的相关性。针对术后出现感染的患者行分泌物细菌培养以及药敏试验, 并据此予以针对性治疗, 比较患者治疗前、后的血清 PCT 变化。**结果:** 在 350 例行腰椎内固定术患者中, 有 21 (6.00%) 例发生术后感染, 329 (94.00%) 例无术后感染。在 21 例术后感染者中, 表浅切口感染 12 例 (57.14%), 深部切口感染 6 例 (28.57%), 器官感染 3 例 (14.29%)。感染组患者的血清 PCT、CRP、ESR、WBC 水平显著高于非感染组 ($P < 0.05$)。血清 PCT、CRP、ESR、WBC 预测腰椎内固定术后感染的曲线下面积分别为 0.755、0.599、0.628、0.605。血清 PCT、ESR 预测腰椎内固定术后感染的效果较好 ($P < 0.05$), 其中 PCT 预测的曲线下面积最大。Pearson 线性相关分析提示, 血清 PCT 与 ESR 呈正相关 ($r = 0.548, P < 0.05$), 与 CRP、WBC 未见明显相关性 ($r = 0.353, 0.381, P > 0.05$)。患者治疗后血清 PCT 水平显著低于治疗前 ($P < 0.05$)。**结论:** 腰椎内固定术后感染者的血清 PCT、CRP、ESR、WBC 水平较非感染者均增高, 其中血清 PCT 预测腰椎内固定术后感染的曲线下面积最大, 且与 ESR 有相关性, 临床可将 PCT 作为诊疗腰椎内固定术后感染的重要指标。

【关键词】 腰椎内固定术; 降钙素原; C 反应蛋白; 血沉; 白细胞计数

【中图分类号】 R687.3 **【文献标志码】** A

Analysis of the relationship between serum PCT level and infection after lumbar internal fixation based on ROC curve model

ZHU Jun¹, ZHAO Xue-chen², WANG Yang-lin³, YANG Bao-cang³, DONG Wei¹, WANG Hong-yan¹, MI Pan-pan¹, KONG Fan-lin¹, ZHANG Tian-yi¹

(1. Department of Orthopaedics, Hebei Petro China Central Hospital, Langfang 065000; 2. Department of Orthopaedics, Jinhao Hospital of Hexi District, Tianjin 300202; 3. Department of Clinical Laboratory, Hebei Petro China Central Hospital, Langfang 065000, Hebei, China)

【Abstract】Objective: To explore the relationship between serum procalcitonin (PCT) level and infection after lumbar internal fixation based on ROC curve model. **Methods:** A retrospective analysis was made of the clinical data of 350 cases of lumbar internal fixation. According to the incidence of infection within 2 weeks after operation, the patients were divided into infection group and non-infection group. Serum PCT levels were measured 3 days after operation in all patients, and traditional laboratory indicators including C-reactive protein (CRP), erythrocyte sedimentation rate (ESR) and white blood cell count (WBC) were measured. The ROC curve was drawn to analyze the predictive value of serum PCT, CRP, ESR and WBC for infection after lumbar internal fixation, and to compare the predictive effect of serum PCT and traditional serum indicators for infection after lumbar internal fixation. The correlation between serum PCT and serum CRP, ESR and WBC by Pearson linear correlation analysis. The bacterial culture of secretion and drug sensitivity test were carried out in patients with postoperative infection, and the changes of serum PCT before and after treatment were compared. **Results:** Of 350 patients undergoing lumbar internal fixation, 21 (6.00%) had post-operative infection and 329 (94.00%) had no post-operative infection. Among 21 patients with postoperative infection, 12 (57.14%) had superficial incision infection, 6 (28.57%) had

基金项目: 河北省廊坊市科学技术局 (2016013007)

作者简介: 朱军 (1968 -), 男, 副主任医师。E-mail: zhujundfu@sina.com

deep incision infection and 3 (14.29%) had organ infection. The levels of PCT, CRP, ESR and WBC in infected group were significantly higher than those in non-infected group ($P < 0.05$). Serum PCT, CRP, ESR and WBC were 0.755, 0.599, 0.628 and 0.605 respectively. Serum PCT and ESR had a better effect in predicting infection after lumbar internal fixation ($P < 0.05$), and the area under the curve of PCT prediction was the largest. Pearson linear correlation analysis showed that serum PCT was positively correlated with ESR ($r = 0.548, P < 0.05$), but not with CRP and WBC ($r = 0.353, 0.381, P > 0.05$). After treatment, the level of PCT was significantly lower than that before treatment ($P < 0.05$). **Conclusion:** The serum levels of PCT, CRP, ESR and WBC in infected patients after lumbar internal fixation were higher than those in non-infected patients. The area under the curve of serum PCT predicting infection after lumbar internal fixation is the largest, and it is correlated with ESR. PCT can be used as an important index for the diagnosis and treatment of infection after lumbar internal fixation.

[Key words] Lumbar internal fixation; Procalcitonin; C-reactive protein; Erythrocyte sedimentation rate; White blood cell count

腰椎内固定术后感染对患者病情恢复影响非常大。研究^[1]表明,术后感染可能诱发脓毒血症,甚至进展成多功能脏器不全,危及生命。既往采用病原菌培养对病情进行诊断,临床亦将该方法作为金标准,但这种诊断方式需要耗费较长时间,且操作过程复杂,对技术人员有较高要求^[2]。随着检验医学的进步与发展,血常规、C 反应蛋白(CRP)被用于术后感染的诊断中,并取得了一定效果^[3]。然而,有研究^[4]指出血常规、CRP 指标存在不稳定性,敏感性差。研究^[5]认为血清降钙素原(procalcitonin, PCT)源于甲状腺 C 细胞,它在正常人体的血清内呈低表达,一旦出现感染,则急剧增高。本研究旨在分析基于 ROC 曲线模型下血清 PCT 水平与腰椎内固定术后感染的关系,便于进一步观察其对腰椎内固定术后感染的诊疗价值,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析河北中石油中心医院 2016 年 5 月至 2018 年 11 月收治的 350 例腰椎内固定术患者的临床资料,其中男性 179 例,女性 171 例;年龄 25~75 岁,平均(44.29 ± 9.64)岁;体质指数(18~24) kg/m²,平均(20.94 ± 1.77) kg/m²;高血压:有 141 例,无 209 例;糖尿病:有 68 例,无 282 例;吸烟史:有 33 例,无 317 例;术前肌力:1 级 19 例,2 级 38 例,3 级 77 例,4 级 216 例。

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 (1)入院后行腰椎内固定术治疗;(2)无凝血功能障碍;(3)无麻醉禁忌;(4)术前无抗菌药物应用史;(5)术前未见局部感染;(6)病例资料齐全。

1.2.2 排除标准 (1)恶性肿瘤;(2)既往有原发感染性疾病,如脓肿、化脓性脊柱炎等;(3)脑、肺、心等重要脏器损害;(4)既往有腰椎内固定术史;(5)术前有糖皮质激素应用史;(6)自身免疫性疾病。

1.3 检测方法

所有患者均于术后 3 d 采血检测血清 PCT 水

平,并测定传统的实验室指标,包括 C 反应蛋白(CRP)、血沉(ESR)、白细胞计数(WBC)。(1)PCT 检测:在术后 3 d 采集 2 mL 空腹静脉血,常规抗凝,轻轻颠倒真空采血管 2~3 次,使抗凝剂、血液标本充分混合,等待检测。经全自动免疫荧光分析仪(基蛋生物, FIA8600)完成检测,采用半定量检测方法,取血清 2 mL,加至 PCT-Q 圆孔内,于室温下反应 30 min,便可获得检测结果。(2)CRP 检测:采集 2 mL 空腹静脉血,常规抗凝,轻轻颠倒真空采血管 2~3 次,使二者充分混合。检测方法为增强免疫散射比浊法(试剂盒购自基蛋生物),经微球颗粒包被抗人 CRP 抗体,使血清内 CRP 与微球颗粒体结合,促使抗体、抗原相结合,从而形成浊度,根据提前设置的校正曲线读取最终浓度值。(3)ESR、WBC 检测:经血球计数仪(日本, SYSMEX)检测,将血液标本常规抗凝,轻轻颠倒真空采血管 7~8 次,使二者充分混合,在 20 °C ~ 25 °C 环境下进行测定。

1.4 观察指标

根据术后 2 周内的感染发生率,将其分成感染组与非感染组。感染诊断:根据中华人民共和国卫生部^[6]制定的《医院感染诊断标准(试行)》摘登(1)中关于术后感染的标准诊断。(1)表浅切口感染:仅表现为皮肤表面、皮下组织的感染,诊断如下:①表浅切口存在发热、疼痛、红肿等表现,伴或不伴分泌物;②细菌培养结果提示为阳性。(2)深部切口感染:①于深部切口处穿刺抽取或引流出脓性液体;②发热超过 38 °C,局部伴有压痛、疼痛,切口自然裂开或经医师打开,可见脓性分泌物;③影像学、组织学检查提示深部切口伴有脓肿;④细菌培养结果提示为阳性。(3)器官感染:①经穿刺或引流提示存在脓液;②经影像学、病理学检查,提示存在器官感染证据;③细菌培养结果为阳性。比较两组血清 PCT、CRP、ESR、WBC 水平,绘制 ROC 曲线分析各指标对腰椎内固定术后感染的预测价值,比较血清 PCT 与传统血清指标预测腰椎内固定术后感染的效果。经 Pearson 线性相关分析血清 PCT 与血清 CRP、ESR、WBC 的相关性。相关性系数 r 范围为

-1~1,越接近-1或1,提示相关性越强。针对术后出现感染的患者行分泌物细菌培养以及药敏试验,据此给予敏感抗生素治疗,若感染部位持续渗出,则将感染处切来,经庆大霉素盐水灌洗,时间为2周。比较患者治疗前、后的血清 PCT 变化。

1.5 统计学分析

采用 SPSS20.0 软件处理数据,计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示,采用 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者腰椎内固定术后感染发生率分析

在 350 例行腰椎内固定术患者中,有 21 例(6.00%)发生术后感染,纳入感染组。有 329 例(94.00%)无术后感染,纳入非感染组。在 21 例术后感染者中,表浅切口感染 12 例(57.14%),深部切口感染 6 例(28.57%),器官感染 3 例(14.29%)。

2.2 两组患者血清指标比较

感染组患者的血清 PCT、CRP、ESR、WBC 水平

显著高于非感染组($P < 0.05$),见表 1。

表 1 两组患者的血清指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	PCT($\mu\text{g/L}$)	CRP(mg/L)	ESR(mm/L)	WBC($\times 10^9/\text{L}$)
感染组($n=21$)	23.88 \pm 9.52	82.51 \pm 19.14	59.48 \pm 9.14	11.28 \pm 2.23
非感染组($n=329$)	1.82 \pm 0.76	71.36 \pm 15.43	50.31 \pm 8.05	9.72 \pm 1.86
t 值	40.863	3.162	5.020	3.680
P 值	0.001	0.002	0.001	0.001

2.3 各血清指标对腰椎内固定术后感染的预测价值

通过绘制 ROC 曲线,提示血清 PCT、CRP、ESR、WBC 预测腰椎内固定术后感染的曲线下面积分别为 0.755、0.599、0.628、0.605。其中 CRP、WBC 预测腰椎内固定术后感染的效果不够理想($P > 0.05$),PCT、ESR 预测腰椎内固定术后感染的效果较好($P < 0.05$),但以 PCT 预测的曲线下面积最大,效果最显著。以 PCT $> 18.745 \mu\text{g/L}$ 、ESR $> 54.465 \text{ mm/L}$ 时,患者术后感染风险越高,见表 2。ROC 曲线见图 1~图 4。

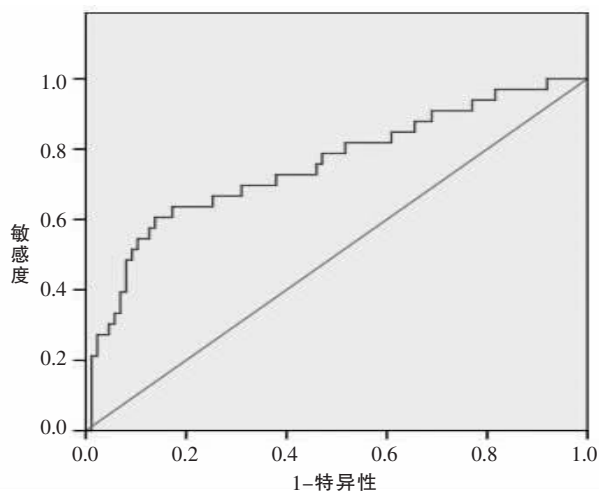


图 1 PCT 预测腰椎内固定术后感染的 ROC 曲线

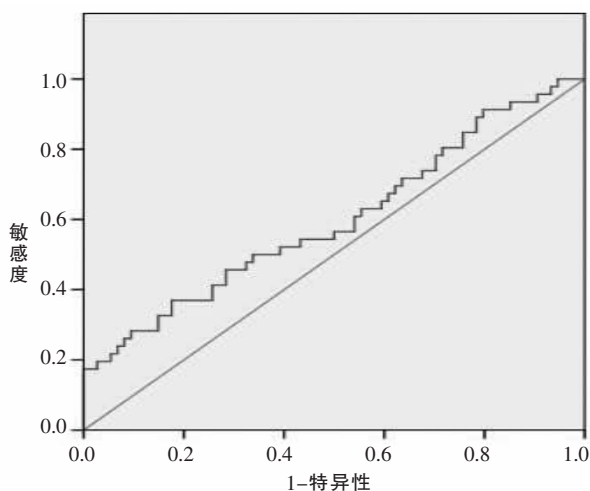


图 2 CRP 预测腰椎内固定术后感染的 ROC 曲线

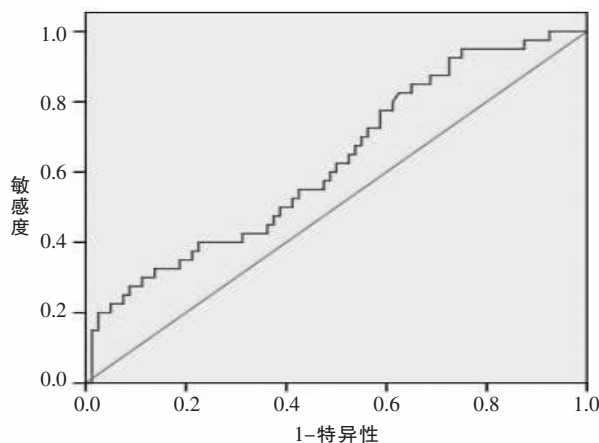


图 3 ESR 预测腰椎内固定术后感染的 ROC 曲线

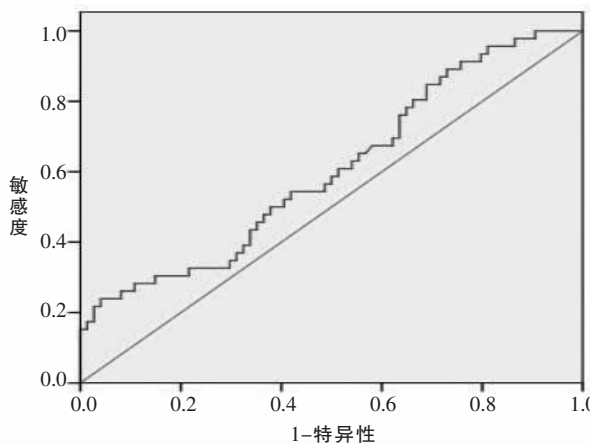


图 4 WBC 预测腰椎内固定术后感染的 ROC 曲线

表 2 各血清指标对腰椎内固定术后感染的预测价值

指标	曲线下面积	标准误	P 值	95% CI	最佳截断值	敏感度 (%)	特异度 (%)
PCT($\mu\text{g/L}$)	0.755	0.053	0.001	0.651 ~ 0.859	18.745	72.70	62.10
CRP(mg/L)	0.599	0.055	0.069	0.492 ~ 0.706	78.540	56.50	50.00
ESR(mm/L)	0.628	0.054	0.022	0.523 ~ 0.733	54.465	60.00	51.20
WBC($\times 10^9/\text{L}$)	0.605	0.053	0.053	0.501 ~ 0.709	10.120	58.70	50.00

2.4 血清 PCT 与 CRP、ESR、WBC 的相关性分析

经 Pearson 线性相关分析提示,血清 PCT 与 ESR 呈正相关 ($P < 0.05$),而与 CRP、WBC 未见明显相关性 ($P > 0.05$)。见表 3。

表 3 血清 PCT 与 CRP、ESR、WBC 的相关性分析

指标	PCT	CRP	ESR	WBC
r 值		0.353	0.548	0.381
P 值		0.057	0.042	0.051

2.5 术后感染者治疗前、后血清 PCT 的变化分析

治疗后,患者血清 PCT 为 (4.39 ± 1.27) $\mu\text{g/L}$, 著低于治疗前的 (23.88 ± 9.52) $\mu\text{g/L}$, ($t = 9.299, P < 0.05$)。

3 讨论

腰椎内固定术后感染可引起多种并发症,降低近、远期疗效。有研究^[7]发现在腰椎内固定术后感染者中,以金黄色葡萄球菌最常见,其次是表皮葡萄球菌。另有研究^[8]提示,腰椎内固定术后感染部位以手术部位居多;此外,泌尿系统、呼吸系统感染率也较高,以革兰阴性菌为主要致病菌,主要为大肠埃希菌。既往采用细菌培养的方式诊断,准确率高,但这种方式需要耗费太长时间,且操作复杂。本研究针对行腰椎内固定术患者进行 PCT 以及传统血清指标检测,便于寻求更好的诊断方法。

本研究结果显示,在 350 例患者中,术后感染率为 6.00%,与非感染组相比,感染组患者的血清 PCT、CRP、ESR、WBC 水平均显著上调,提示四者可能与腰椎内固定术后感染存在关联。本研究通过绘制 ROC 曲线,证实血清 PCT 预测腰椎内固定术后感染的曲线下面积最大,效果优于 CRP、ESR、WBC。其中 CRP、ESR、WBC 为诊断术后感染的传统指标,既往在临床中应用广泛。研究^[9]表明,CRP 是炎症标志物,在正常机体内含量较低,当发生感染后,血清 CRP 急剧上升。因此,血清 CRP 可作为评估感染性疾病的重要指标。然而,有研究^[10]发现对手术患者而言,血清 CRP 诊断的敏感度较差,具体原因尚未明确。研究^[11-12]表明,腰椎内固定术后感染者查血提示 WBC 增高,ESR 加快,但二者对迟发型感

染、早期感染诊断的阳性率均不高。PCT 在骨折术后感染诊断中应用较多。有研究^[13-14]指出当出现非感染性炎症、病毒感染时,血清 PCT 不增高,而当存在全身炎症、细菌感染时,PCT 在血清中的表达明显增高。这为本研究提供了理论支持,本次研究证实与传统检测指标 (CRP、ESR、WBC) 相比,PCT 对腰椎内固定术后感染具有更高的预测价值。

本研究发现 ESR 对腰椎内固定术后感染也具有一定预测价值,且采用 Pearson 线性相关分析发现,血清 PCT 与 ESR 呈正相关,而与 CRP、WBC 无相关性。然而,既往研究^[15]认为 ESR 预测术后感染的敏感性差。另有研究^[16]认为 PCT 与 CRP 呈正相关,这与本研究结论相悖,本研究分析可能是受样本量、观察时间的限制所致。

PCT 主要通过甲状腺 C 细胞分泌,在出现感染后,其主要来源于肺脏、胰腺、肝脏等组织。研究^[17]表明,PCT 对非细菌性感染、细菌性感染具有较高鉴别价值,其敏感度优于 C 反应蛋白与多种炎症因子 (如白介素-6、白介素-8) 等,其在感染性早期 (即感染后 2 ~ 4 h) 便有明显增高。另有研究^[18]提示,PCT 可作为是否行抗生素干预的依据,在 PCT 浓度不超过 0.25 ng/mL 时,可无需使用抗生素,一旦其浓度高于 0.5 ng/mL,则临床建议给予抗生素治疗。本研究显示患者治疗前、后血清 PCT 的变化,提示治疗后血清 PCT 较治疗前明显下降,进一步表明血清 PCT 可作为评价腰椎内固定术后感染疗效的指标。

综上,与腰椎内固定术后非感染者相比,术后感染者的血清 PCT、CRP、ESR、WBC 水平显著增高,且与血清 CRP、ESR、WBC 相比,血清 PCT 预测腰椎内固定术后感染的曲线下面积更大,效果更理想,能为腰椎内固定术后感染的诊疗提供依据。此外,本研究也有不足之处,如观察时间较短,未来需将观察时间延长,进一步分析 PCT 水平与腰椎内固定术后感染的关系。

参考文献

- [1] Kim HJ, Lee SH, Chang BS, et al. Monitoring the quality of robot-assisted pedicle screw fixation in the lumbar spine by using a cumulative summation test[J]. Spine, 2015, 40(2): 87-94.
- [2] 刘明, 青祖宏, 高巍, 等. 一期微创治疗腰椎内固定术后早期感

- 染[J]. 中国矫形外科杂志,2017,25(21):1997-2001.
- [3] 牛犇,王硕,孙亚. C 反应蛋白和红细胞沉降率在中老年患者脊柱内固定术前后的表达[J]. 中国实验诊断学,2016,20(2):291-293.
- [4] 马俊,熊家亭,万才波. 脊柱术后患者体温、WBC、CRP、IL-6、TNF- α 的动态监测及临床意义[J]. 临床骨科杂志,2015,18(6):676-678.
- [5] Schuetz P, Birkhahn R, Sherwin R, *et al.* Serial procalcitonin predicts mortality in severe sepsis patients: Results from the multicenter procalcitonin monitoring sepsis (MOSES) study[J]. *Critical Care Medicine*,2017,45(5):781-789.
- [6] 中华人民共和国卫生部. 医院感染诊断标准(试行)摘登(1)[J]. 新医学,2005,36(8):495-495.
- [7] Sansur CA, Caffes NM, Ibrahim DM, *et al.* Biomechanical fixation properties of cortical versus transpedicular screws in the osteoporotic lumbar spine; an in vitro human cadaveric model[J]. *Journal of Neurosurgery Spine*,2016,25(4):467-476.
- [8] Choi YH, Kwon SW, Moon JH, *et al.* Lateral lumbar interbody fusion and in situ screw fixation for rostral adjacent segment stenosis of the lumbar spine[J]. *Journal of Korean Neurosurgical Society*,2017,60(6):755-762.
- [9] 徐铮,孙天胜,刘路辉,等. C 反应蛋白对老年髌骨骨折患者术后 1 年死亡率及并发症的影响[J]. 川北医学院学报,2018,33(2):101-103,148.
- [10] 孙杰,王俊,彭建国. 腰椎内固定术后血清 C 反应蛋白和红细胞沉降率水平对中期感染的预测作用[J]. 实用临床医药杂志,2017,21(23):11-14.
- [11] 金军伟,和桓德,陈朝伟,等. 腰椎后路内固定术后大肠埃希菌切口感染 2 例[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2016,31(7):752-753.
- [12] 刘长鹏,谢学升,展宝明,等. 腰椎内固定术后感染的原因与治疗分析[J]. 中华医院感染学杂志,2016,26(10):2323-2325.
- [13] 李修璨,韩振川,张雅宾,等. 降钙素原在诊断脊柱内植入物术后早期感染性发热中的应用价值[J]. 解放军医学院学报,2016,37(12):1233-1236.
- [14] 刘键,陈科,王先安,等. 降钙素原联合 C 反应蛋白在脊柱内固定术后感染早期诊断的临床意义[J]. 中国实验诊断学,2018,22(6):952-955.
- [15] 王筋,杨波,尹旻,等. 在腰椎后路内固定术后早期发热患者中监测 4 种血清感染指标水平的临床意义[J]. 中国骨伤,2015,28(1):66-70.
- [16] 杨焦峰,王伟娟,康丽霞,等. 血清降钙素原和 C 反应蛋白在细菌感染性疾病诊断中的价值[J]. 新乡医学院学报,2015,32(3):233-234.
- [17] 马风华,田征,宋兴华,等. 腰椎术后联合检测 C 反应蛋白、红细胞沉降率及降钙素原对术后早期感染诊断的临床意义[J]. 新疆医科大学学报,2015,38(5):604-607.
- [18] 吴文川,楼文晖. 降钙素原与术后感染性并发症关系研究进展[J]. 中国实用外科杂志,2016,36(2):245-247.

(收稿日期:2019-08-11)

学术编辑:蒲劲松)

(上接第 251 页)

- [4] Zhang YZ, Yu YQ, Yuan Y, *et al.* Association of drinking pattern with risk of coronary heart disease incidence in the middle-aged and older Chinese men: Results from the Dongfeng-Tongji cohort [J]. *Plos One*,2017,12(5):e0178070.
- [5] 李伟玲. 阿司匹林联合替罗非班预防冠心病 PCI 术后血栓形成 100 例分析[J]. 陕西医学杂志,2017,46(1):112-114.
- [6] 李静,赵晓惠. 预见性护理对冠心病患者介入治疗术后负性情绪及生活质量的影响[J]. 中华现代护理杂志,2016,22(3):392-394.
- [7] 何翠竹,梁欣,苏斐,等. 冠心病患者 PCI 术后延续护理的效果观察[J]. 河北医科大学学报,2016,37(8):893-896.
- [8] 马萍,徐璐,杨帆,等. 冠心病 PCI 患者服药依从性与生活质量的关系及护理对策[J]. 检验医学与临床,2017,14(9):1321-1323.
- [9] 陈玄祖,罗太阳,戴天医,等. 个体化康复运动训练指导以及综合康复指导对冠心病患者 PCI 术后的影响[J]. 中国循证心血管医学杂志,2018,10(3):358-359.
- [10] 赵洋,李艳. 有氧运动对 PCI 术后患者心功能及运动耐力的影响[J]. 医学临床研究,2016,33(4):778-780.
- [11] 唐莲,马晶,李泱,等. 弹力带抗阻练习结合呼吸训练对冠心病患者经皮冠状动脉介入术后心肺功能及运动耐力的效果分析[J]. 中华老年多器官疾病杂志,2018,17(4):277-282.
- [12] 蒲静,王秋林,王沛坚,等. 运动训练对女性急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗后预后的影响[J]. 实用心脑血管病杂志,2017,25(12):109-113.
- [13] 梁丽芬,葛秀春,李建萍,等. 心脏康复综合管理对年轻冠心病 PCI 术后病人运动耐力的影响[J]. 护理研究,2014,28(15):1887-1888.
- [14] 谢岩,范国颖. 康复运动训练联合心理治疗对冠心病 PCI 术后患者的影响[J]. 中国循证心血管医学杂志,2016,8(2):226-228.
- [15] 李莎. 术后呼吸训练对冠状动脉搭桥术患者血气变化及呼吸功能的影响[J]. 广西医科大学学报,2018,35(2):227-230.
- [16] 唐弘玉,郑婕,许祥林. 平板运动试验不同指标诊断心肌缺血的研究进展[J]. 海南医学,2017,28(6):947-951.
- [17] 徐顺霖,汪宇鹏,姚思华,等. 老年冠心病患者摄氧效率斜率与左室收缩与舒张功能的关系[J]. 中国运动医学杂志,2018,37(2):115-120.
- [18] 李艳芳,牛青英,王俊莉. 个体化有氧运动对高龄冠心病患者心功能、心率恢复及生活质量的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志,2016,38(1):39-42.
- [19] 张锡栋,聂燕华,张锐,等. 早期家庭运动心脏康复对急性心肌梗死 PCI 术后患者心室功能的影响[J]. 中国循证心血管医学杂志,2017,9(11):1360-1364.
- [20] 章明勇,詹石斐,陈晓,等. 心脏康复干预对冠心病 PCI 术后患者生活质量及心功能的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志,2019,41(2):130-132.
- [21] 朱雪梅,杨继媛,姚全. 心脏康复训练对老年冠心病患者急诊 PCI 术后心功能、运动耐力和生活质量的影响[J]. 解放军预防医学杂志,2019,37(5):35-36.

(收稿日期:2019-12-05)

学术编辑:何清华)