

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.12.012

View this article at: <https://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2022.12.012>

构建食管癌放射治疗致放射性皮炎的预测模型

惠琳, 王静

(江南大学附属医院肿瘤放疗科, 江苏 无锡 214000)

[摘要] 目的: 依据logistic回归分析构建食管癌放射治疗致放射性皮炎的预测模型并检验其准确性。方法: 随机选取2017年1月至2022年3月在江南大学附属医院肿瘤放疗科接受食管癌放射治疗的152例患者, 随机分为建模组($n=90$)与验证组($n=62$)。建模组根据是否发生放射性皮炎分为皮炎组与无皮炎组, 采用单因素和多因素logistic回归分析筛选临床危险因素。根据危险因素权重构建预测评分模型, 将放射性皮炎发生风险分为低危、中危和高危3个等级, 采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析建模组与验证组的准确性。结果: 建模组放射性皮炎0级21例(23.33%), 1级54例(60.00%), 2级11例(12.22%), 3级4例(4.44%)。Logistics回归分析结果显示: 肿瘤直径、手术并发症、照射剂量、血清白蛋白水平、合并糖尿病、体重指数(body mass index, BMI)、使用补偿膜(Bolus)均是放射性皮炎发生的重要危险因素(均 $P<0.05$); 建模组低危、中危和高危放射性皮炎分别有3、13、53例, 验证组分别有1、11、35例, ROC曲线下面积(area under the curve, AUC)分别为0.968和0.953。Hosmer-Lemeshow检验拟合优度均较好(分别 $\chi^2=87.148$, $P=0.059$; $\chi^2=72.433$, $P=0.058$)。结论: 食管癌放射治疗致放射性皮炎发生的主要临床危险因素有肿瘤直径、手术并发症、照射剂量、血清白蛋白水平、合并糖尿病、BMI及是否使用Bolus, 所构建预测模型能定量评估发生风险, 与实际吻合度较高, 具有较高的临床推广应用价值。

[关键词] logistic回归分析; 食管癌; 放射治疗; 放射性皮炎; 预测模型

Construction of a predictive model for radiation dermatitis induced by radiotherapy for esophageal cancer

HUI Lin, WANG Jing

(Department of Radiation Oncology, Affiliated Hospital of Jiangnan University, Wuxi Jiangsu 214000, China)

Abstract **Objective:** To construct a predictive model for radiation dermatitis induced by radiation therapy for esophageal cancer based on logistic regression analysis and to test its accuracy. **Methods:** A total of 152 patients receiving radiotherapy for esophageal cancer in Department of Radiation Oncology of Affiliated Hospital of Jiangnan University from January 2017 to March 2022 were selected and randomly divided into a modeling group ($n=90$), including dermatitis and no dermatitis, and a validation group ($n=62$). Univariate and multivariate logistic regression analysis were used to screen clinical factors. The predictive score model was constructed according to the risk factor weight, the risk of radiation dermatitis was divided into three grades: low risk, medium risk,

收稿日期 (Date of reception): 2022-07-25

通信作者 (Corresponding author): 惠琳, Email: czhuangchen45@163.com

and high risk. The risk factor weights of different risk levels in the modeling group and the validation group were recorded. The receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the accuracy of the modeling group and validation group. **Results:** In the modeling group, grade 0 radiation dermatitis occurred in 21 patients (23.33%), grade 1 in 54 patients (60.00%), grade 2 in 11 patients (12.22%), and grade 3 in 4 patients (4.44%). Logistic regression analysis showed that tumor diameter, surgical complications, radiation dose, serum albumin level, combined diabetes, body mass index (BMI), and the use of compensation membrane (Bolus) were the important risk factors for radiation dermatitis (all $P < 0.05$). The number of low-risk, medium-risk and high-risk radiation dermatitis cases in the modeling group were 3, 13, and 53, respectively, and that in the validation group were 1, 11, and 35, respectively. The area under the curve (AUC) of ROC was 0.968 and 0.953 respectively. Hosmer-Lemeshow test showed good goodness of fit ($\chi^2=87.148, P=0.059; \chi^2=72.433, P=0.058$, respectively). **Conclusion:** The main clinical risk factors for radiation dermatitis induced by radiotherapy for esophageal cancer are tumor diameter, surgical complications, radiation dose, serum albumin level, comorbidity with diabetes, BMI, and the use of Bolus. The constructed prediction model can quantitatively assess the risk. It has a high degree of agreement with the actual situation and has high clinical application value.

Keywords logistic regression analysis; esophageal cancer; radiation therapy; radiodermatitis; prediction model

作为肿瘤治疗的三大手段之一, 放射治疗对延长患者生命和提高中晚期肿瘤患者生活质量具有非常重要的作用^[1]。然而, 随着辐射剂量不断增加, 放射治疗不仅会杀灭癌细胞, 对射野内其他正常组织也会造成一定影响。作为人体第一道防线, 皮肤首当其冲, 临床中放射性皮炎十分常见。放射性皮炎的早期症状是水肿和疼痛, 晚期症状包括色素沉着、毛细血管扩张和皮肤纤维化, 上述情况难以扭转^[2]。虽然放射治疗技术越来越先进, 治疗精度越来越高, 对周围正常组织保护越来越好, 但放射性皮炎仍在一定程度上限制着食管癌患者的放射治疗^[3]。作为外照射最常见的不良反应^[4], 虽然大多数放射性皮炎为轻度, 可通过对症治疗得到缓解, 不影响放射治疗计划的执行, 但一些严重的病例必须中断治疗, 以防止无法忍受的湿性剥离, 即使伤口愈合, 也可能影响患者的预后^[5]。如何有效预测和早期预防始终是临床关注的焦点, 并进行了大量的研究, 而大多数研究仅限于食管癌放射性皮炎的治疗和危险因素分析, 未能进一步建立预测模型, 且部分结果差异较大^[6]。基于此, 本研究主要探讨早期食管癌患者放射治疗发生放射性皮炎的情况及可能的危险因素, 并构建放射性皮炎的风险预测模型, 同时验证其预测效能, 以期为临床防止或减少放射性皮炎的发生提供帮助。

1 对象与方法

1.1 对象

选取2017年1月到2022年3月江南大学附属医院

肿瘤放疗科接受食管癌放射治疗的152例患者, 其中男102例, 女50例; 年龄45~85(50.17±7.02)岁。入选标准: 1)符合食管癌的诊断标准^[7], 且经病理检查确诊为食管癌; 2)行食管癌放射治疗; 3)所有患者及其家属均知情同意; 4)肝、肾功能均正常。排除标准: 1)一般或病历资料不完整; 2)精神或认知功能障碍; 3)合并凝血功能障碍; 4)有重大疾病史或者重要器官功能受损; 5)存在既往手术或放化疗史。本研究经江南大学附属医院医学伦理委员会批准。

1.2 方法

152例患者随机分为建模组($n=90$)与验证组($n=62$)。按急性放射性皮炎的放射治疗肿瘤协作组(Radiation Therapy Oncology Group, RTOG)评分标准分为0~3级^[8], 0级为非放射性皮炎; 1级为轻度皮炎, 主要表现为局部皮肤暗红色、干性脱皮; 2级为中度皮炎, 伴有水肿、充血或糜烂; 3级为重度皮炎, 严重局部皮肤感染。1~2级应短暂暂停放射治疗对症治疗, 直至皮炎消退。3级必须中断放射治疗, 最终结果是治疗期间最严重的级别, 由2名放射治疗医生独立进行判断。建模组根据是否发生放射性皮炎分为皮炎组与无皮炎组, 采用单因素和多因素logistic回归分析筛选临床危险因素, 包括性别、年龄、体重指数(body mass index, BMI)、合并基础疾病(糖尿病、高血压)、肿瘤分期、同步化疗、手术并发症、放射治疗次数、拆分方式、肿瘤直径、血清白蛋白水平、白细胞计数及是否使用补偿膜(Bolus)。根据危险因素权重构

建预测评分模型^[9], 在询问患者一般情况、基于此打分后, 得出一个未来10年患病的概率。依据疾病危险因素来建立预测模型, 可用来预测未来走势。多因素logistic回归估算各危险因素的系数, 确定所有危险因素的基础风险参考值。基础风险参考值指如果患者的某个危险因素取值为此值, 则危险打分为0, 越高于此值, 打分越高, 风险越高。本研究中, 以BMI ≤ 28 kg/m², 肿瘤直径 < 5 cm, 无手术并发症, 照射剂量 < 30 Gy, 血清白蛋白水平 ≥ 30 g/L, 未合并糖尿病, 未使用补偿膜作为基础风险状态。计算每一危险因素的分类距离基础风险的距离 D , 通常以某一回归系数为单位乘以组间距离来衡量。对于二分类变量, 基础风险为0, D 即是回归系数。设定打1分的单位距离 B 。给每一危险因素的打分, 得分为 D/B 。根据预测评分模型将放射性皮炎发生风险分为低危(3~10分)、中危(10~30分)和高危(30~55分)3个等级, 采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析建模组与验证组的准确性, 其中曲线下面积(area under the curve, AUC) < 0.5 为无诊断价值, $0.5\sim 0.7$ 为诊断准确性较低, $0.7\sim 0.9$ 为诊断准确性较高, > 0.9 为诊断准确性最高。

1.3 治疗方式

患者取仰卧位, 体模固定后, 用CT模拟机进行扫描定位, 由2名高年资医师共同勾画靶区和危及器官, 处方为每次1.8~2.0 Gy, 每周5次, 共30次, 并给出危及器官限量。所有患者均采用调强适形放射治疗(intensity modulated radiation therapy, IMRT)技术照射, 治疗设备为瓦里安医用直线加速器, 射线为6MV-X线, 由有资质的物理师制订计划并由高年资医生审核通过才能执行。放射治疗后通常2~4周出现放射性皮炎, 因此放射治疗后每2周评估1次, 每次放射治疗后评估2次。

1.4 统计学处理

采用SPSS 20.0统计学软件分析数据。计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示, 组间比较行 t 检验; 计数资料以例(%)表示, 比较行 χ^2 检验; 多因素logistic回归模型筛选临床因素; ROC曲线分析预测评分模型的准确性, Hosmer-Lemeshow检验拟合优度。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 建模组放射性皮炎的单因素分析

建模组放射性皮炎0级21例(23.33%), 1级

54例(60.00%), 2级11例(12.22%), 3级4例(4.44%)。皮炎组与无皮炎组BMI、高血压、糖尿病、肿瘤分期、肿瘤直径、手术并发症、照射剂量、放射治疗次数、血清白蛋白水平、使用补偿膜差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$, 表1)。

2.2 建模组放射性皮炎的多因素 logistic 回归分析

以放射性皮炎作为因变量, 将单因素筛选出的因素作为自变量进行logistics回归分析(表2), 结果显示: 肿瘤直径、手术并发症、照射剂量、血清白蛋白水平、合并糖尿病、BMI、使用补偿膜均是影响放射性皮炎发生的重要危险因素(均 $P < 0.05$, 表3)。

表1 建模组放射性皮炎的单因素分析

Table 1 Univariate analysis of radiodermatitis in the modeling group

变量	皮炎组 (n=69)	无皮炎组 (n=21)	t/χ^2	P
性别/例			0.100	0.748
男	40	13		
女	29	8		
年龄/例			0.050	0.828
≥ 50 岁	38	11		
< 50 岁	31	10		
BMI/例			32.360	< 0.001
≤ 28 kg/m ²	15	19		
> 28 kg/m ²	54	2		
高血压/例			23.510	< 0.001
是	48	2		
否	21	19		
糖尿病/例			36.060	< 0.001
是	56	2		
否	13	19		
肿瘤分期/例			10.390	0.001
1~2期	19	17		
3~4期	50	10		
同步化疗/例			2.500	0.114
是	43	9		
否	26	12		

续表1

变量	皮炎组 (n=69)	无皮炎组 (n=21)	t/ χ^2	P
照射剂量/例			6.070	0.014
≥ 30 Gy	44	7		
< 30 Gy	25	14		
手术并发症/例			34.820	<0.001
有	53	1		
无	16	20		
放射治疗次数	6.63 \pm 1.06	7.29 \pm 1.22	2.411	0.020
拆分方式/例			2.130	0.145
超分段	42	9		
常规分段	27	12		
肿瘤直径/例			11.180	0.001
≥ 5 cm	45	5		
< 5 cm	24	16		
血清白蛋白水 平/例			10.500	0.001
< 30 g/L	41	4		
≥ 30 g/L	28	17		
白细胞计数/ ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	9.86 \pm 2.06	9.74 \pm 1.26	0.252	0.800
使用补偿膜/例			5.120	0.004
是	47	7		
否	22	14		

表3 建模组放射性皮炎的多因素logistic回归分析

Table 3 Multivariate logistic regression analysis of radiodermatitis in the modeling group

参数	B	SE	χ^2	P	OR	95%CI
肿瘤直径	1.069	0.223	22.980	<0.001	2.912	1.881~4.509
手术并发症	1.896	0.354	28.686	<0.001	6.659	3.327~13.328
照射剂量	1.189	0.326	13.302	<0.001	3.284	1.733~6.221
血清白蛋白水平	1.169	0.224	27.235	<0.001	3.219	2.075~4.993
合并糖尿病	2.039	1.022	3.980	0.046	7.683	1.037~56.947
BMI	2.169	1.004	4.667	0.031	8.750	1.223~62.605
使用补偿膜	3.069	1.011	9.215	0.002	21.520	2.967~156.110

2.3 构建预测评分模型和验证

根据危险因素权重构建预测评分模型, 肿瘤直径、手术并发症、照射剂量、血清白蛋白水平、合并糖尿病、BMI、使用补偿膜分别按3、7、3、3、8、9、22进行评分, 总分2~55, 评估建模组和验证组放射性皮炎的发生情况。结果显示建模组低危、中危和高危放射性皮炎分别有3、13、53例; 验证组分别有1、11、35例(表4)。ROC曲线分析得出AUC分别为0.968和0.953, 建模组真实世界的参考标准(最佳诊断阈值) < 23.156 分为低危, > 23.156 分为高危, 验证组真实世界的参考标准(最佳诊断阈值) < 17.120 分为低危, > 17.120 分为高危(图1)。Hosmer-Lemeshow检验拟合优度均较好(分别 $\chi^2=87.148$, $P=0.059$; $\chi^2=72.433$, $P=0.058$)。

表2 赋值表

Table 2 Assignment table

参数	赋值
放射性皮炎	否=0, 是=1
BMI	≤ 28 kg/m ² =1, > 28 kg/m ² =2
高血压	是=1, 否=0
糖尿病	是=1, 否=0
肿瘤分期	1~2期=1, 3~4期=2
肿瘤直径	≥ 5 cm=1, < 5 cm=2
手术并发症	有=1, 无=0
照射剂量	≥ 30 Gy=1, < 30 Gy=2
血清白蛋白水平	< 30 g/L=1, ≥ 30 g/L=2
使用补偿膜	是=1, 否=0

表4 建模组和验证组放射性皮炎发生的危险因素权重构建预测评分比较

Table 4 Comparison of risk factor weights for the occurrence of radiation dermatitis in the modelling and validation groups

组别	n	评分
建模组		
低危	3	5.36 ± 0.22
中危	13	20.06 ± 10.36
高危	53	40.39 ± 10.38
验证组		
低危	1	4.32 ± 0.19
中危	11	15.09 ± 10.22
高危	35	35.42 ± 10.27

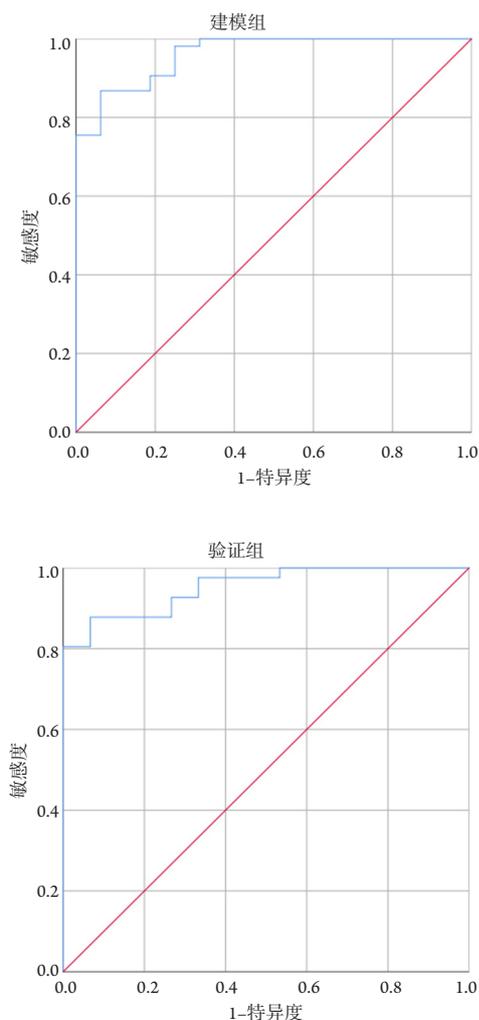


图1 建模组和验证组ROC曲线评价风险评分模型的判别效力
Figure 1 ROC curves of the modeling group and the validation group to evaluate the discriminant validity of the risk scoring model

3 讨论

食管癌的早期症状不明显, 大部分患者确诊时已处于中晚期。作为临床治疗食管癌的常用方法, 放射治疗在杀死肿瘤细胞的同时, 也会损伤正常组织, 致使辐射场中毛细血管反射性扩张, 淋巴回流受阻, 皮肤局部红斑或形成充血反应, 造成微循环障碍和血管损伤^[9], 放射性皮炎始终是限制剂量的毒性因素^[10]。以往研究^[11]表明放射性皮炎的发生与患者的临床特征、治疗因素、辐射剂量与基因分子标志物有关, 但上述因素的预测效果存在很大的异质性。本研究结果显示: 建模组放射性皮炎发生率为76.67%, 以轻度为主, 需中断治疗的概率较低, 但放射性皮炎的发生十分常见, 这也是临床需积极干预的原因。放射性皮炎患者的BMI高、合并高血压和糖尿病、肿瘤分期升高、肿瘤直径增大、手术并发症增多、放射治疗次数多、照射剂量增多、血清白蛋白水平降低及使用补偿膜。BMI较高的患者放射性皮炎的发生率增加^[12]。有研究^[13]发现: 3级放射性皮炎患者的BMI较高。1~2级放射性皮炎患者的BMI中位数为27.4 kg/m², 而3级放射性皮炎患者的BMI中位数为38.2 kg/m²。肿瘤分期越高, 局部皮肤浸润面积越大, 肿瘤直径越大, 切除范围越大, 残留皮肤组织越薄, 皮肤放射损伤越严重^[14]。术后炎症反应持续时间越长, 皮肤充血水肿越严重; 放射治疗次数越多, 对皮肤伤口愈合越不利, 放射损伤的风险越大^[15]。照射剂量是直接导致放射性皮炎的关键因素, 但如何在其他危及器官(如肺、心脏和脊髓等)与皮肤之间做一平衡, 以使患者放射治疗不良反应最小并得到最好的放射治疗效果需要医生和物理师的通力协作; 白蛋白能反映机体免疫力水平, 且其对部分致癌物质具有抗氧化作用(如亚硝胺、黄曲霉素), 血清白蛋白对人肿瘤细胞株具有抑制作用。补偿膜使用频率越高、厚度越厚, 通常意味着治疗深度越浅, 肿瘤浸润了皮下组织或皮肤, 需要在肿瘤浸润区域达到治疗剂量, 皮肤剂量相应也会较高, 这会导致皮肤损伤越严重^[16]。

本研究采用logistic回归分析发现, 肿瘤直径、手术并发症、照射剂量、血清白蛋白水平、合并糖尿病、BMI、使用补偿膜是影响放射性皮炎发生的重要危险因素, 采用定量赋值法建立了预测评分模型。进一步利用ROC曲线分析, 建模组和验证组的精度较好, 拟合优度也较好。这提示该预测评分模型与临床实际发生放射性皮炎的情

况相吻合。该预测评分系统不仅可以定量评价放射性皮炎的危险性,而且可以准确计算不同危险程度放射性皮炎的发生率,为临床早期识别高危患者提供参考,临床可据此尽早干预,以减少放射性皮炎的发生或延缓其发展,同时可根据患者情况调整可控因素,例如在制定放射治疗计划时进一步降低皮肤剂量、减少补偿膜的使用等,通过制定更加个性化的放射治疗计划使得放射性皮炎发生率或发生程度进一步降低。

放射性皮炎是包括食管癌在内的诸多癌症放射治疗的常见不良反应^[17]。放射性皮炎的发病机制尚不明确,可能与炎症级联相关的细胞因子表达有关^[18]。组织学研究^[19]表明:血管内皮细胞的通透性发生了显著变化,包括血管内皮细胞的增殖和大量炎症因子的释放。而皮质类固醇可以降低放射性皮炎的发生率和严重程度^[20-21]。虽然机制暂时不明,但降低其发生率或严重程度对临床至关重要^[22]。本研究在对食管癌放射治疗致放射性皮炎发生的高危因素进行了分析并构建了与实际吻合度较高的风险预测模型,具有较高的临床推广应用价值,其他癌症放射治疗是否有类似的结论尚待研究。因logistic回归模型的参数估计大多采用最大似然函数法,理论上要求大样本,否则其检验公式不合理。本研究的样本量较小,因此结果可能存在一定的偏倚,希望日后增大样本量进行更加深入的研究加以验证。

参考文献

1. Hughes JR, Parsons JL. FLASH radiotherapy: current knowledge and future insights using proton-beam therapy[J]. *Int J Mol Sci*, 2020, 21(18): 6492.
2. Gosselin T, Ginex PK, Backler C, et al. ONS Guidelines™ for cancer treatment-related radiodermatitis[J]. *Oncol Nurs Forum*, 2020, 47(6): 654-670.
3. Harada K, Rogers JE, Iwatsuki M, et al. Recent advances in treating oesophageal cancer[J/OL]. *F1000Res*, 2020, 9: eF1000 Faculty Rev-1189 (2022-10-15) [2020-10-01]. <http://doi.org/10.12688/f1000research.22926.1>.
4. Böhner AMC, Koch D, Schmeel FC, et al. Objective evaluation of risk factors for radiation dermatitis in whole-breast irradiation using the spectrophotometric L*a*b color-space[J]. *Cancers (Basel)*, 2020, 12(9): 2444.
5. Aguiar BRL, Guerra ENS, Normando AGC, et al. Effectiveness of photobiomodulation therapy in radiation dermatitis: a systematic review and meta-analysis[J]. *Crit Rev Oncol Hematol*, 2021, 162: 103349.
6. Abdeltawab AA, Ali SA, Mostafa HG, et al. Predictive factors increasing the risk of radiation toxicity in patients with early breast cancer[J]. *Asian Pac J Cancer Prev*, 2021, 22(1): 145-149.
7. Nagai K, Ishihara R, Ishiguro S, et al. Endoscopic optical diagnosis provides high diagnostic accuracy of esophageal squamous cell carcinoma[J]. *BMC Gastroenterol*, 2014, 14: 141.
8. Cox JD, Stetz J, Pajak TF. Toxicity criteria of the Radiation Therapy Oncology Group (RTOG) and the European Organization for Research and Treatment of Cancer (EORTC)[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 1995, 31(5): 1341-1346.
9. Ruiz-González A, Falguera M, Vives M, et al. Community-acquired pneumonia: development of a bedside predictive model and scoring system to identify the aetiology[J]. *Respir Med*, 2000, 94(5): 505-510.
10. Boström A, Lindman H, Swartling C, et al. Potent corticosteroid cream (mometasone furoate) significantly reduces acute radiation dermatitis: results from a double-blind, randomized study[J]. *Radiother Oncol*, 2001, 59(3): 257-265.
11. Bhatt A, Kamath S, Murthy SC, et al. Multidisciplinary evaluation and management of early stage esophageal cancer[J]. *Surg Oncol Clin N Am*, 2020, 29(4): 613-630.
12. Saleh MM, Woods A, Harvey RD, et al. Nanomaterials fusing with the skin: alpha-tocopherol phosphate delivery into the viable epidermis to protect against ultraviolet radiation damage[J]. *Int J Pharm*, 2021, 594: 120000.
13. Chugh R, Bisht YS, Nautiyal V, et al. Factors influencing the severity of acute radiation-induced skin and mucosal toxicity in head and neck cancer[J/OL]. *Cureus*, 2021, 13(9): e18147 (2022-10-15) [2021-09-21]. <http://doi.org/10.7759/cureus.18147>.
14. Behroozian T, Milton L, Li N, et al. Predictive factors associated with radiation dermatitis in breast cancer[J]. *Cancer Treat Res Commun*, 2021, 28: 100403.
15. Dzul S, Ninia J, Jang H, et al. Predictors of acute radiation dermatitis and esophagitis in African American patients receiving whole-breast radiation therapy[J]. *Pract Radiat Oncol*, 2022, 12(1): 52-59.
16. Li QS, Liang N, Ouyang WW, et al. Simultaneous integrated boost of intensity-modulated radiation therapy to stage II-III non-small cell lung cancer with metastatic lymph nodes[J]. *Cancer Med*, 2020, 9(22): 8364-8372.
17. Gendrisch F, Esser PR, Schempp CM, et al. Luteolin as a modulator of skin aging and inflammation[J]. *Biofactors*, 2021, 47(2): 170-180.
18. Behroozian T, Milton L, Li N, et al. Predictive factors associated with radiation dermatitis in breast cancer[J]. *Cancer Treat Res Commun*, 2021, 28: 100403.
19. Rafiroiu S, Vassil A, Valente SA. Quinolone-induced radiation recall

- dermatitis in breast cancer patient[J]. *Breast J*, 2020, 26(7): 1407-1408.
20. Yang X, Ren H, Guo X, et al. Radiation-induced skin injury: pathogenesis, treatment, and management[J]. *Aging (Albany NY)*, 2020, 12(22): 23379-23393.
21. Jeong JH, Ojha U, Lee YM. Pathological angiogenesis and inflammation in tissues[J]. *Arch Pharm Res*, 2021, 44(1): 1-15.
22. Uysal B, Gamsız H, Dincoglan F, et al. Comparative evaluation of topical corticosteroid and moisturizer in the prevention of radiodermatitis in breast cancer radiotherapy[J]. *Indian J Dermatol*, 2020, 65(4): 279-283.

本文引用: 惠琳, 王静. 构建食管癌放射治疗致放射性皮炎的预测模型[J]. 临床与病理杂志, 2022, 42(12): 2938-2944. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.12.012

Cite this article as: HUI Lin, WANG Jing. Construction of a predictive model for radiation dermatitis induced by radiotherapy for esophageal cancer[J]. *Journal of Clinical and Pathological Research*, 2022, 42(12): 2938-2944. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.12.012