

## 不同算法的老年吞咽功能障碍患者吸入性肺炎风险预测模型比较\*

陈菁,陶钰<sup>△</sup>,杨灵梅,张凯

(南京医科大学附属南京医院 南京市第一医院呼吸与危重症医学科,南京 210006)

**摘要** 目的:对比 logistic 回归模型与随机森林模型对老年吞咽功能障碍患者吸入性肺炎(AP)风险预测价值。方法:于2021年1月至2022年10月,采用便利抽样法,选取南京市第一医院收治的老年吞咽功能障碍患者450例为研究对象。采用单因素和多因素 logistic 回归分析法分析 AP 发生的影响因素,并建立 logistic 回归模型、随机森林模型。采用受试者工作特征(ROC)曲线评估两种模型对 AP 发生的预测效能。结果:450例老年吞咽功能障碍患者 AP 发生率为42.00%;多因素 logistic 回归分析显示,意识障碍、胃食管反流、鼻饲或胃肠道营养、体位不当、CRP、NLR、LER、洼田饮水试验分级为 AP 发生的危险因素,而电磁刺激疗法、口腔清洁规范、吞咽训练为 AP 发生的保护因素( $P<0.05$ );随机森林算法显示,AP 发生影响因素重要性前8位依次为洼田饮水试验分级、吞咽训练、电磁刺激疗法、胃食管反流、意识障碍、咳嗽无力、体位不当、口腔清洁规范。Logistic 回归模型预测 AP 发生的 ROC 曲线下面积(AUC)为0.836,预测一致率为0.432;随机森林模型预测 AP 发生的 AUC 为0.938,预测一致率为0.712。结论:随机森林算法对 AP 发生的预测效能优于 logistic 回归,临床可依据预测模型预测 AP 发生风险,并制定针对性干预措施,以防止 AP 发生。

**关键词** 老年吞咽功能障碍患者;吸入性肺炎;logistic 回归;随机森林;风险预测

中图分类号:R743.3;R563.1 文献标志码:A 文章编号:1005-930X(2023)11-1829-07

DOI:10.16190/j.cnki.45-1211/r.2023.11.009

### Comparison of risk prediction models for aspiration pneumonia in elderly patients with swallowing dysfunction based on different algorithms

Chen Jing, Tao Yu, Yang Lingmei, Zhang Kai. (Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Nanjing First Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing 210006, China)

**Abstract Objective:** To compare the value of logistic regression model and random forest model in predicting the risk of aspiration pneumonia (AP) in elderly patients with swallowing dysfunction. **Methods:** A total of 450 elderly patients with swallowing dysfunction in Nanjing First Hospital from January 2021 to October 2022 were selected by convenience sampling method. The factors influencing the occurrence of AP were analyzed by univariate and multivariate logistic regression, and logistic regression model and random forest model were established. The receiver operating characteristic (ROC) curve was used to evaluate the prediction efficiency of the two models for AP occurrence. **Results:** The incidence of AP was 42.00% in 450 elderly patients with swallowing dysfunction. Multivariate logistic regression analysis showed that consciousness disorder, gastroesophageal reflux, nasal feeding or gastrointestinal nutrition, improper posture, CRP, NLR, LER and lowland drinking water test were the risk factors for AP occurrence, while electromagnetic stimulation therapy, oral cleaning standard and swallowing training were the protective factors for AP occurrence ( $P<0.05$ ). According to the random-forest algorithm, the top 8 influential factors for the occurrence of AP were the grade of lowland drinking water test, swallowing training, electromagnetic stimulation therapy, gastroesophageal reflux, consciousness disorder, cough weakness, improper posture, and oral cleaning standard. The logistic regression model predicted the occurrence of AP with an area under ROC curve (AUC) of 0.836 and a prediction agreement rate of 0.432, while the random forest model predicted the occurrence of AP with an AUC of 0.938 and a prediction agreement rate of 0.712. **Conclusion:** The prediction efficiency of random forest algorithm is better than logistic regression.

\*基金项目:国家自然科学基金资助项目(No. 81903089)

<sup>△</sup>通信作者

收稿日期:2023-08-10

Clinical prediction model should be used to predict the risk of AP occurrence, and corresponding targeted intervention measures should be formulated to prevent AP from occurring.

**Keywords** elderly patients with swallowing dysfunction; aspiration pneumonia; logistic regression; random forest; risk prediction

老年人群中吸入性肺炎(aspiration pneumonia, AP)发生率约为40%~50%,病死率达20%~65%,临床表现为饮水呛咳、言语不利、进食不畅等<sup>[1-2]</sup>。若吸入物未能及时排出,可引起口腔、咽喉部细菌感染肺部组织,进而出现气管痉挛、剧烈呛咳,增加AP发生风险<sup>[3]</sup>。Logistic回归分析在疾病诊断、预后预测等方面具有良好应用,但未能识别不同因素过拟合现象<sup>[4]</sup>。随机森林算法不受共线影响且不存在过拟合,在数据挖掘中具有一定应用价值<sup>[5-6]</sup>。目前医疗卫生领域中大数据分析、数据挖掘已成为研究热点,但logistic回归模型、随机森林模型在AP发生风险预测中的对比应用尚未见报道。基于此,本研究旨在分析老年吞咽功能障碍患者AP发生影响因素,并建立logistic回归模型、随机森林模型,对比两种风险预测模型对AP发生的预测效能,为临床预防AP发生提供数据指导。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

于2021年1月至2022年10月,采用便利抽样法,选取南京市第一医院收治的老年吞咽功能障碍患者450例为研究对象,病例纳入标准:(1)符合脑血管疾病诊断标准<sup>[7]</sup>;(2)符合吞咽功能障碍标准<sup>[8]</sup>;(3)年龄 $\geq 60$ 岁;(4)首次发病者;(5)意识清晰且无严重认知功能障碍者。排除标准:(1)既往肺部感染性疾病者;(2)近3个月内服用糖皮质激素者;(3)合并恶性肿瘤、严重感染性疾病者;(4)入院前已诊断为AP者;(5)伴有心、肝等重要脏器功能障碍者。本研究经本院医学伦理审批通过,所有患者均已签署知情同意书。

### 1.2 方法

1.2.1 资料收集 记录患者住院期间AP发生情况。AP诊断标准<sup>[9]</sup>:既往进食、饮水呛咳史、餐后反流史者,且痰内有食物残渣;伴有反复咳嗽、咳嗽及发热症状,且肺部湿啰音、肺部实变体征;X胸片显示双侧或单肺呈炎性浸润,且支气管内存在食物残渣;外周血白细胞计数 $< 4 \times 10^9$ 个/L。以查阅病历、自制调查表方式收集研究对象临床资料。洼田饮

水试验分级<sup>[10]</sup>:研究对象饮用30 mL温开水后,观察饮水所需时间及呛咳情况:(1)1级:饮水5 s内无呛咳且1次咽下;(2)2级:5 s $<$ 饮水时间 $\leq 10$  s内无呛咳且2次咽下;(3)3级:5 s $<$ 饮水时间 $\leq 10$  s内1次咽下且有呛咳;(4)4级:5 s $<$ 饮水时间 $\leq 10$  s内,咽下次数 $\geq 2$ 次且有呛咳;(5)5级:饮水时间 $> 10$  s后仍无法全部咽下且呛咳次数 $\geq 2$ 次。意识障碍标准<sup>[11]</sup>:包括语言、运动、睁眼,总分为15分,分值越高,表示意识状态越好。电磁刺激疗法包括经颅磁刺激治疗、高频电疗法、低频脉冲电疗法、中频脉冲电疗法。

1.2.2 血清学指标水平检测 采集患者空腹外周静脉血5 mL,采用CRP Aristo特定蛋白分析仪(深圳国赛生物公司)检测C反应蛋白(CRP)水平,采用XT-1800i全自动血细胞分析仪(上海涵飞医疗器械有限公司)检测血常规,并计算中性粒细胞计数和淋巴细胞计数比(NLR)、白细胞计数和红细胞计数比(LER)。

### 1.3 统计学方法

采用SPSS 26.0统计软件分析数据,计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用独立样本 $t$ 检验;计数资料以百分率(%)表示,率的比较采用 $\chi^2$ 检验或校正 $\chi^2$ 检验;采用多因素logistic回归分析法分析老年吞咽功能障碍患者AP发生的影响因素;采用R4.2.2软件中Random Forest包建立随机森林模型;绘制受试者工作特征(ROC)曲线,并计算ROC曲线下面积(AUC),不同方案间AUC比较采用DeLong检验,AUC与预测效能呈正相关关系;采用预测一致率(Kappa)比较预测模型与实际结果之间的一致性,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 老年吞咽功能障碍患者的基本特征

450例老年吞咽功能障碍患者中,男234例,女216例;年龄60~91岁,平均(72.85 $\pm$ 6.10)岁;60~75岁236例,76~85岁142例, $> 85$ 岁72例,分别占52.44%、31.56%、16.00%;洼田饮水试验分级:1级69例(15.33%),2级110(24.45%),3级142例

(31.56%),4级105例(23.33%),5级24例(5.33%);基础疾病:脑卒中311例(69.11%),高血压106例(23.56%),糖尿病80例(17.78%),帕金森15例(3.33%),阿尔茨海默病42例(9.33%)。

### 2.2 老年吞咽功能障碍患者AP发生情况

450例老年吞咽功能障碍患者发生AP有189例,发生率为42.00%(189/450),未发生有261例,占58.00%(261/450)。

### 2.3 老年吞咽功能障碍患者AP的单因素分析

根据AP的发生与否,将450例老年吞咽功能障碍患者分为发生组与未发生组。两组意识障碍、长期卧床、胃食管反流、鼻饲或胃肠道营养、咳嗽无力、体位不当、口腔清洁规范、吞咽训练、电磁刺激疗法、CRP、NLR、LER、洼田饮水试验分级比较,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),见表1。

表1 两组患者相关因素比较

变量	发生组 (n=189)	未发生组 (n=261)	$\chi^2$	P	变量	发生组 (n=189)	未发生组 (n=261)	$\chi^2$	P
性别,n(%)			0.506	0.477	胃食管反流,n(%)			22.281	0.000
男	102(53.97)	132(50.57)			是	77(40.74)	53(20.31)		
女	87(46.03)	129(49.43)			否	112(59.26)	208(79.69)		
年龄/岁,n(%)			0.143	0.931	鼻饲或胃肠道营养,n(%)			8.346	0.004
60~75	101(53.44)	135(51.72)			是	34(17.99)	23(8.81)		
76~85	58(30.69)	84(32.18)			否	155(82.01)	238(91.19)		
>85	30(15.87)	42(16.10)			咳嗽无力,n(%)			14.406	0.000
脑卒中,n(%)			0.293	0.588	是	59(31.22)	42(16.09)		
有	128(67.72)	183(70.11)			否	130(68.78)	219(83.91)		
无	61(32.28)	78(29.89)			反复吸痰,n(%)			0.185	0.667
高血压,n(%)			0.322	0.571	是	36(19.05)	54(20.69)		
有	42(22.22)	64(24.52)			否	153(80.95)	207(79.31)		
无	147(77.78)	197(75.48)			体位不当,n(%)			16.339	0.000
糖尿病,n(%)			0.122	0.727	是	62(32.80)	43(16.48)		
有	35(18.52)	45(17.24)			否	127(67.20)	218(83.52)		
无	154(81.48)	216(82.76)			口腔清洁规范,n(%)			24.563	0.000
帕金森,n(%)			0.478	0.489	是	102(53.97)	199(76.25)		
有	5(2.65)	10(3.83)			否	87(46.03)	62(23.75)		
无	184(97.35)	251(96.17)			吞咽训练,n(%)			16.865	0.000
阿尔茨海默病,n(%)			0.290	0.590	是	121(64.02)	212(81.23)		
有	16(8.47)	26(9.96)			否	68(35.98)	49(18.77)		
无	173(91.53)	235(90.04)			电磁刺激疗法,n(%)			26.149	0.000
意识障碍,n(%)			13.963	0.000	是	98(51.85)	196(75.10)		
是	76(40.21)	62(23.75)			否	91(48.15)	65(24.90)		
否	113(59.79)	199(76.25)			CRP/(mg/L), $\bar{x} \pm s$	35.69±4.69	3.52±1.10	106.871	0.000
应用镇静药,n(%)			0.907	0.341	NLR, $\bar{x} \pm s$	7.52±1.48	3.26±1.13	34.615	0.000
是	23(12.17)	40(15.33)			LER/( $\times 10^3$ ), $\bar{x} \pm s$	2.63±0.54	1.56±0.28	27.343	0.000
否	166(87.83)	221(84.67)			洼田饮水试验分级/级,n(%)			6.627	0.000
气管插管,n(%)			0.368	0.544	1	21(11.11)	48(18.39)		
是	13(6.88)	22(8.43)			2	32(16.93)	78(29.89)		
否	176(93.12)	239(91.57)			3	44(23.28)	98(37.55)		
长期卧床,n(%)			7.618	0.006	4	69(36.51)	36(13.79)		
是	36(19.05)	26(9.96)			5	23(12.17)	1(0.38)		
否	153(80.95)	235(90.04)							

### 2.4 老年吞咽功能障碍患者 AP 影响因素的多因素 logistic 回归分析

将单因素分析中差异有统计学意义的变量进一步纳入多因素 logistic 回归模型中,结果显示:意识障碍、胃食管反流、鼻饲或胃肠道营养、体位不当、CRP、NLR、LER、洼田饮水试验分级是老年吞咽功能障碍患者发生 AP 的危险因素( $P < 0.05$ ),电磁

刺激疗法、口腔清洁规范、吞咽训练是老年吞咽功能障碍患者发生 AP 的保护因素( $P < 0.05$ ),根据  $\beta'$  衡量自变量对因变量的影响程度,重要性由高到低前 8 位依次为洼田饮水试验分级、吞咽训练、电磁刺激疗法、胃食管反流、意识障碍、体位不当、口腔清洁规范、鼻饲或胃肠道营养,见表 2。

表 2 AP 影响因素的多因素 logistic 回归分析结果

因素	$\beta$	$\beta'$	SE	OR	95% CI		Wald	P
					下限	上限		
意识障碍	1.881	1.960	0.362	6.559	2.189	19.652	26.994	<0.001
胃食管反流	1.461	2.134	0.504	4.312	1.125	16.524	8.407	<0.001
鼻饲或胃肠道营养	1.531	1.924	0.231	4.623	1.164	18.361	43.929	<0.001
体位不当	1.952	1.958	0.284	7.046	2.469	20.109	47.265	<0.001
口腔清洁规范	-1.086	-1.934	0.407	0.338	0.132	0.864	7.114	<0.001
吞咽训练	-1.135	-3.204	0.310	0.322	0.113	0.915	13.396	<0.001
电磁刺激疗法	-0.731	-2.418	0.265	0.482	0.302	0.768	7.602	<0.001
CRP	1.446	1.180	0.365	4.248	1.865	9.674	15.702	<0.001
NLR	1.798	0.535	0.318	6.037	2.118	17.210	31.968	<0.001
LER	1.704	1.860	0.400	5.498	1.975	15.305	18.156	<0.001
洼田饮水试验分级	1.613	3.877	0.512	5.017	1.896	13.278	9.924	<0.001
常量	-12.325		1.578				61.012	<0.001

### 2.5 随机森林算法

随机森林模型的构建:在 RStudio 环境下,随机森林模型的建模过程主要包括两个重要参数,即随机树数量(*ntree*)、随机选择特征的数目(*mtry*)。经验证,参数 *ntree* 设置为 400, *mtry* 设置为 8 时,随机森林模型表现最佳,见图 1、图 2。

确定训练样本为 315, *ntree*=400, *mtry*=8, 基于该参数对测试集数据分类,显示分类准确率为 86.78%。与其他模型比较,随机森林模型的另一优点是基于各特征属性,可根据决策树分类中的贡献率获取各特征的重要性,见图 3。由重要性分析得出,影响老年吞咽功能障碍患者发生 AP 的重要性由高到低的前 8 位依次为洼田饮水试验分级、吞咽训练、电磁刺激疗法、胃食管反流、意识障碍、体位不当、口腔清洁规范、鼻饲或胃肠道营养。

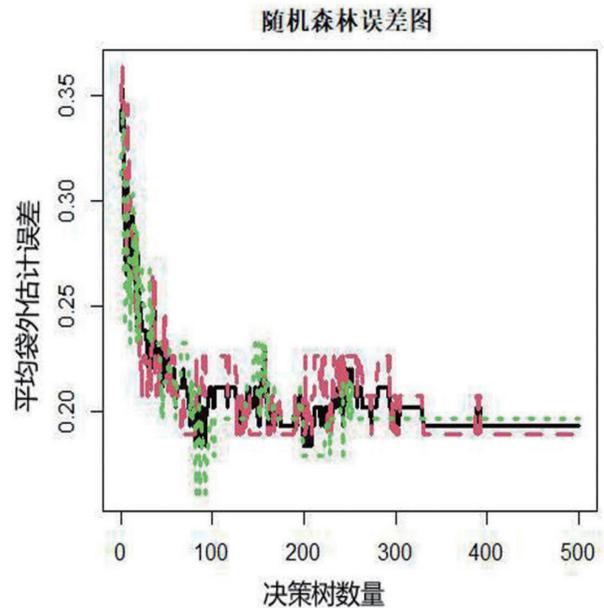


图 1 特征选取数量变化对平均泛化误差的影响

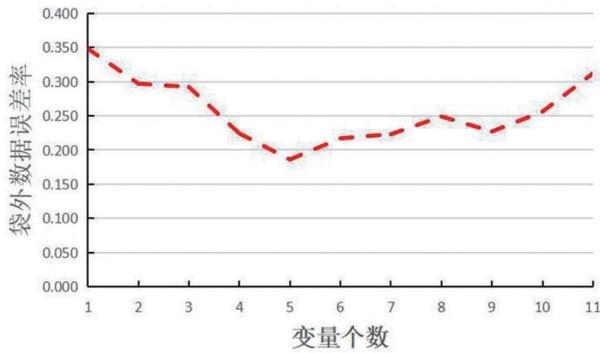


图2 随机树数量变化对平均泛化误差的影响

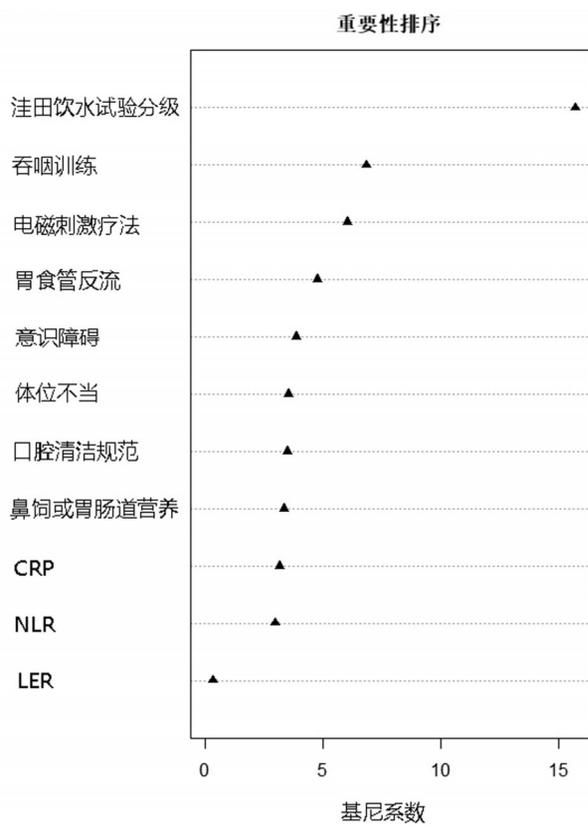


图3 变量因素重要性排序

### 2.6 Logistic与随机森林预测模型的ROC曲线比较

采用多因素 logistic 回归方程构建的 AP 风险预测模型进行预测,其准确度为 0.722,灵敏度为 0.736,特异度为 0.721,预测一致率为 0.432,约登指数为 0.385,AUC 为 0.836(95%CI:0.798~0.869);采用随机森林算法建立 AP 风险预测模型进行预测,其准确度为 0.819,灵敏度为 0.832,特异度为 0.912,预测一致率为 0.712,约登指数为 0.469,AUC 为 0.938(95%CI:0.911~0.958)。两种预测模型均具有良好的预测准确性,但随机森林算法构建的预测

模型性能要优于多因素 logistic 回归模型,见图 4。

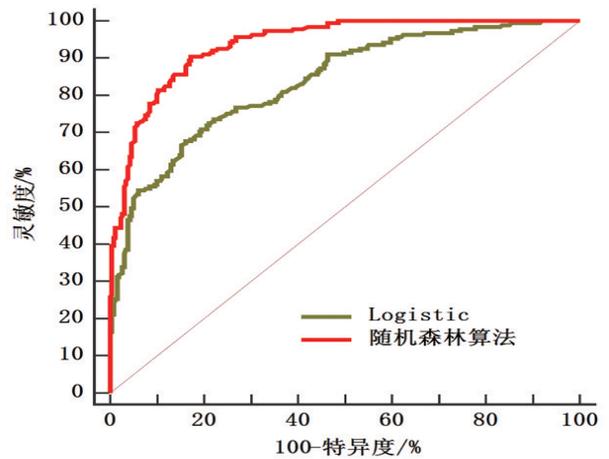


图4 Logistic与随机森林预测模型的ROC曲线

## 3 讨论

本研究结果显示,450例老年吞咽功能障碍患者 AP 发生率为 42.00%,这与既往研究<sup>[12]</sup>结果相似。提示临床应明确老年吞咽功能障碍患者发生 AP 的影响因素。意识障碍可降低吞咽功能、呼吸道清除分泌能力,促使分泌物聚集于呼吸道内,加之口咽部细菌大量繁殖,进而增加 AP 发生风险<sup>[13]</sup>。本研究中,发生组意识障碍占比高于未发生组。老年人群体内胃肠功能紊乱可增加口咽部细菌定植,并可增高胃内压、腹内压,促使胃食管反流,进一步引起胃潴留、呛咳等,继而引发 AP<sup>[14-15]</sup>。本研究发生组胃食管反流占比高于未发生组。临床应对此类患者进行健康教育,饮食以低脂肪、高热量、易消化食物为主,并予以质子泵抑制剂、胃黏膜保护剂等药物干预,以防 AP 发生。鼻饲或胃肠道营养易刺激咽喉部,引起咽部、口腔部菌群失调,造成胃内容物反流,导致 AP 发生<sup>[16-17]</sup>。临床应选取合适鼻胃管,避免营养液堵塞等问题。体位不当可削弱胃肠道蠕动功能,促使胃内细菌逆向定植于咽喉部,降低支气管反应性,促使过多分泌物流入肺部,增加 AP 风险<sup>[18]</sup>。本研究结果显示,发生组体位不当占比高于未发生组,这与既往研究<sup>[19]</sup>结果相一致。临床应加强对卧床患者体位护理。

CRP、NLR、LER 可反映机体炎症反应和免疫功能,参与了 AP 的发生和发展<sup>[20-21]</sup>。本研究中,发生组 CRP、NLR、LER 水平高于未发生组。提示 CRP、NLR、LER 水平升高可能作为判断老年吞咽功能障碍患者 AP 发生的潜在指标。洼田饮水试验分级与

AP发生风险密切相关<sup>[22]</sup>。本研究发生组洼田饮水试验分级高于未发生组。电磁刺激疗法可加强吞咽肌群收缩及吞咽、呼吸协调性,提高大脑皮质神经元兴奋性,改善各种功能障碍,减少咽部食物残留,降低误吸风险<sup>[23-24]</sup>。本研究发生组接受电磁刺激疗法者占比低于未发生组。提示临床应适当予以电磁刺激疗法治疗,以改善脑部血液循环及吞咽功能。口腔清洁规范可降低呼吸机相关性肺炎发生率<sup>[25]</sup>。本研究发现,发生组口腔清洁规范者占比低于未发生组。提示口腔清洁规范可降低误吸风险,进一步降低AP发生风险。临床应加强口腔护理,并及时清除口腔有害病菌,避免病菌损伤肺部,以预防AP发生。吞咽训练可促进神经网络重建,增强吞咽相关肌肉运动协调性、灵活性<sup>[26]</sup>。本研究发现,发生组接受吞咽训练者占比低于未发生组,其原因可能为吞咽训练可改善咽喉部肌肉协调性,以防咽部肌肉群萎缩,改善老年人吞咽功能。本研究发现,随机森林算法分析AP影响因素的重要性排序与logistic回归分析结果一致,且两种模型均具有较高的预测准确性;两种模型在对AP影响因素筛选及变量影响程度识别方面均有重要作用,并有着较高的相似性,但随机森林模型预测效能更优。临床工作中可根据实际情况合理选择应用。

综上所述,洼田饮水试验分级、吞咽训练、电磁刺激疗法、胃食管反流、意识障碍、咳嗽无力、体位不当、口腔清洁规范为老年吞咽功能障碍患者AP发生的重要影响因素,随机森林模型对AP发生的预测效能优于logistic回归模型,临床可依据重要因素进行科学防控与精准施策,以降低AP发生风险。

## 参考文献:

- [1] KO J Y, SHIN D Y, KIM T U, et al. Predictors of aspiration pneumonia in the elderly with swallowing dysfunction: videofluoroscopic swallowing study[J]. *Annals of rehabilitation medicine*, 2021, 45(2): 99-107.
- [2] KOMATSU R, OKAZAKI T, EBIHARA S, et al. Aspiration pneumonia induces muscle atrophy in the respiratory, skeletal, and swallowing systems[J]. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, 2018, 9(4): 643-653.
- [3] SUZUKI J, IKEDA R, KATO K, et al. Characteristics of aspiration pneumonia patients in acute care hospitals: a multicenter, retrospective survey in Northern Japan[J]. *PLoS One*, 2021, 16(7): e0254261.
- [4] ELLIS D E, HUBBARD R A, WILLIS A W, et al. Comparing LASSO and random forest models for predicting neurological dysfunction among fluoroquinolone users[J]. *Pharmacoepidemiology and drug safety*, 2022, 31(4): 393-403.
- [5] LI J, TIAN Y, ZHU Y, et al. A multicenter random forest model for effective prognosis prediction in collaborative clinical research network[J]. *Artificial intelligence in medicine*, 2020, 103: 101814.
- [6] WANG J, WANG Z, LIU N, et al. Random forest model in the diagnosis of dementia patients with normal minimal state examination scores[J]. *Journal of personalized medicine*, 2022, 12(1): 37.
- [7] 饶明俐.《中国脑血管病防治指南》摘要(三)[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2006, 23(1): 4-8.  
RAO M L. Abstract of "guidelines for prevention and treatment of cerebrovascular diseases in China" ( III)[J]. *Journal of apoplexy and nervous diseases*, 2006, 23(1): 4-8.
- [8] 胡晓梅, 董梅花, 翟剑霜, 等. 标准吞咽功能评估量表在脑卒中误吸风险评估中的应用研究[J]. *护士进修杂志*, 2016, 31(16): 1447-1449.  
HU X M, DONG M H, ZHAI J S, et al. Application of standardized swallowing function evaluation scale for the risk assessment of stroke aspiration[J]. *Journal of nurses training*, 2016, 31(16): 1447-1449.
- [9] 王拥军, 陈玉国, 吕传柱, 等. 卒中相关性肺炎诊治中国专家共识(2019 更新版)[J]. *中国急救医学*, 2019, 39(12): 1135-1143.  
WANG Y J, CHEN Y G, LYU C Z, et al. China expert consensus on diagnosis and treatment of stroke-related pneumonia (updated version in 2019)[J]. *Chinese journal of critical care medicine*, 2019, 39(12): 1135-1143.
- [10] SHOJI H, NAKANE A, OMOYU Y, et al. The prognosis of dysphagia patients over 100 years old[J]. *Archives of gerontology and geriatrics*, 2014, 59(2): 480-484.
- [11] TEASDALE G, MAAS A, LECKY F, et al. The Glasgow Coma Scale at 40 years: standing the test of time[J]. *The lancet neurology*, 2014, 13(8): 844-854.
- [12] 韩超, 何梦祺, 徐哲荣. 老年住院患者发生吸入性肺炎的影响因素[J]. *中国老年学杂志*, 2021, 41(13): 2734-2737.  
HAN C, HE M Q, XU Z R. Influencing factors of aspiration pneumonia in elderly inpatients[J]. *Chinese journal of gerontology*, 2021, 41(13): 2734-2737.
- [13] 王静, 朱真真, 白钰璇, 等. 脑卒中后吞咽功能障碍继发吸入性肺炎的危险因素[J]. *昆明医科大学学报*, 2022, 43(2): 141-144.  
WANG J, ZHU Z Z, BAI Y X, et al. Risk factors of aspiration pneumonia secondary to swallowing dysfunction after stroke[J]. *Journal of Kunming medical university*, 2022, 43(2): 141-144.

- [14] 孙 超,王贞慧,王 霞,等.持续性鼻饲喂养对重症患者吸入性肺炎及相关症状影响的Meta分析[J].中华现代护理杂志,2020,26(13):1698-1703.  
SUN C, WANG Z H, WANG X, et al. Meta-analysis of the effects of continuous nasal feeding on aspiration pneumonia and related symptoms in critically ill patients[J]. Chinese journal of modern nursing, 2020, 26(13): 1698-1703.
- [15] DEKONENKO C, HOLCOMB G W. Laparoscopic fundoplication for the surgical management of gastroesophageal reflux disease in children[J]. European journal of pediatric surgery, 2020, 30(2): 150-155.
- [16] MIZUMA A, NETSU S, SAKAMOTO M, et al. Effect of early enteral nutrition on critical care outcomes in patients with acute ischemic stroke[J]. The Journal of international medical research, 2021, 49(11): 3000605211055829.
- [17] OMURA T, MATSUYAMA M, NISHIOKA S, et al. Association between the swallowing reflex and the incidence of aspiration pneumonia in patients with dysphagia admitted to long-term care wards: a prospective cohort study of 60 days[J]. Archives of physical medicine and rehabilitation, 2021, 102(11): 2165-2171.
- [18] 王 晨,钟 鸣.脑血管病患者吸入性肺炎的危险因素和预防研究进展[J].临床内科杂志,2021,38(6):367-369.  
WANG C, ZHONG M. Advance on risk factors and preventions of aspiration pneumonia in patients with cerebrovascular disease[J]. Journal of clinical internal medicine, 2021, 38(6): 367-369.
- [19] 杨 丽,蒋玉华,张 雪,等.老年患者吸入性肺炎相关因素分析与预防研究[J].中华医院感染学杂志,2016,26(13):2948-2950.  
YANG L, JIANG Y H, ZHANG X, et al. Factors analysis and prevention of aspiration pneumonia in elderly patients [J]. Chinese journal of nosocomiology, 2016, 26(13): 2948-2950.
- [20] 何岱昆,沈雪婷,王丽娜,等.基线CRP、NLR和LER对急性脑梗死患者发生吸入性肺炎的预测价值[J].中华急诊医学杂志,2022,31(12):1635-1641.  
HE D K, SHEN X T, WANG L N, et al. Predictive value of baseline CRP, NLR, and LER for aspiration pneumonia in patients with acute cerebral infarction[J]. Chinese journal of emergency medicine, 2022, 31(12): 1635-1641.
- [21] LONERGAN B, MORGAN C, AL-RAWESHIDY Y, et al. Choking as a cause of negative pressure pulmonary oedema (NPPE) in an older adult[J]. Age and ageing, 2021, 50(2): 592-594.
- [22] JIANG H L, ZHANG Q, ZHAO Q, et al. Manual acupuncture or combination of rehabilitation therapy to treat post-stroke dysphagia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM, 2022, 2022: 8803507.
- [23] 乡靖楠,贾 杰,刘翠鲜.电磁刺激疗法预防卒中吞咽障碍吸入性肺炎的研究进展[J].中国卒中杂志,2022,17(6):589-594.  
XIANG J N, JIA J, LIU C X. Progress of electrical stimulation and magnetic stimulation in prevention of pneumonia associated with post-stroke dysphagia[J]. Chinese journal of stroke, 2022, 17(6): 589-594.
- [24] 李亚斌,冯海霞,李 姣,等.经颅直流电刺激结合吞咽治疗对重型颅脑损伤后认知障碍患者吸入性肺炎的疗效[J].神经损伤与功能重建,2020,15(8):476-478.  
LI Y B, FENG H X, LI J, et al. Effect of transcranial direct current stimulation combined with swallowing therapy on aspiration pneumonia in patients with cognitive impairment after severe craniocerebral injury[J]. Neural injury and functional reconstruction, 2020, 15(8): 476-478.
- [25] 符宇嘉,高芳蝶,王超群,等.擦拭加口服营养补充剂法在老年吸入性肺炎口腔护理质量管理中的应用[J].中国老年学杂志,2020,40(10):2095-2097.  
FU Y J, GAO F D, WANG C Q, et al. Application of wiping and oral nutritional supplements in oral nursing quality management of elderly patients with aspiration pneumonia[J]. Chinese journal of gerontology, 2020, 40(10): 2095-2097.
- [26] 刘先松,董永书.针刺联合吞咽训练对脑卒中后吞咽障碍病人SSA评分、MNA评分及吸入性肺炎发生率的影响[J].中西医结合心脑血管病杂志,2021,19(12):2083-2086.  
LIU X S, DONG Y S. Effects of acupuncture combined with swallowing training on SSA score, MNA score and incidence of aspiration pneumonia in patients with dysphagia after stroke[J]. Chinese journal of integrative medicine on cardio-cerebrovascular disease, 2021, 19(12): 2083-2086.

本文引用格式:

陈 菁,陶 钰,杨灵梅,等.不同算法的老年吞咽功能障碍患者吸入性肺炎风险预测模型比较[J].广西医科大学学报,2023,40(11):1829-1835.DOI:10.16190/j.cnki.45-1211/r.2023.11.009

CHEN J, TAO Y, YANG L M, et al. Comparison of risk prediction models for aspiration pneumonia in elderly patients with swallowing dysfunction based on different algorithms [J]. Journal of Guangxi medical university, 2023, 40(11): 1829-1835. DOI: 10.16190/j.cnki.45-1211/r.2023.11.009