

·论著·

老年患者阿尔兹海默病风险预测模型的建立和验证

蒲阳,母其文,郭志伟,唐雨露

作者单位

南充市中心医院·
川北医学院第二临床医学院影像科
四川 南充 637000

基金项目

川北医学院 2022 年度四川省基层卫生事业发展研究中心资助项目(基层老年人群阿尔兹海默病高风险因素及预防策略研究, No. SWFZ22-C-88)

收稿日期

2023-06-13

通讯作者

母其文

puyang1122334455

@sina.com

摘要 目的:建立老年患者阿尔兹海默病(AD)风险预测模型,并对模型进行验证。**方法:**选择2020年1月至2022年12月在我院神经内科就诊的382例老年患者进行研究。以7:3比例将患者分为模型组267例与验证组115例。收集患者一般资料、临床认知相关指标、影像学资料及实验室指标。根据有无AD将模型组患者分为2亚组,比较2亚组一般资料、临床认知相关指标、影像学资料及实验室指标,使用LASSO回归筛选变量后行多因素Logistic回归分析,根据多因素分析结果建立列线图模型并进行验证。**结果:**模型组267例患者中有67例(25.09%)患有AD,LASSO回归筛选出10个潜在的预测因素,分别为年龄、高血压病史、AD家族史、RAVLT、FAQ、海马沟回比、大脑外侧裂比、载脂蛋白A1、载脂蛋白E、C反应蛋白。多因素 Logistic 回归分析结果显示:年龄、高血压病史、RAVLT、FAQ、海马沟回比、载脂蛋白A1、载脂蛋白E 及 C 反应蛋白为独立性影响因素($P < 0.05$)。以模型组构建老年人群AD风险预测模型预测值的曲线下面积(AUC)为0.968,95%CI为0.946~0.990。再以验证组数据进行外部验证,由验证组构建模型的AUC为0.957,95% CI为0.932~0.983,与内部验证结果相接近。校准曲线结果显示,预测曲线与标准曲线基本拟合。决策曲线分析结果显示:当该列线图模型预测神经内科老年患者AD概率阈值为0.15~0.88时,患者的净受益率大于0。**结论:**神经内科老年患者AD患病主要受年龄、高血压病史、RAVLT等因素的影响,本研究建立的列线图模型对预测AD患病风险具有较高的准确度与区分度。

关键词 老年人群;阿尔茨海默病;多因素 Logistic 回归分析;列线图

中图分类号 R741;R742 **文献标识码** A **DOI** 10.16780/j.cnki.sjssgnkj.20230413

本文引用格式:蒲阳,母其文,郭志伟,唐雨露.老年患者阿尔兹海默病风险预测模型的建立和验证[J].神经损伤与功能重建,2024,19(7): 392-396, 431.

Development and Validation of a Risk Prediction Model for Alzheimer's Disease in Elderly Patients PU Yang, MU Qiwen, GUO Zhiwei, TANG Yulu. Department of Imaging, the Second Clinical Medical College of North Sichuan Medical College, Nanchong Central Hospital, Sichuan 637000, China

Abstract Objective: To develop and validate a risk prediction model for Alzheimer's disease (AD) in elderly patients. **Methods:** A total of 382 elderly patients who visited the Department of Neurology in our hospital from January 2020 to December 2022 were included in this study. The patients were divided into a model group (267 cases) and a validation group (115 cases) at a ratio of 7:3. Demographics, clinical cognition indicators, imaging data and laboratory indicators were collected. The model group was further divided into AD and non-AD subgroups. General information, clinical cognitive indicators, imaging data and laboratory indicators were compared between the two subgroups. Variables were screened using LASSO regression, followed by multivariate logistic regression. A nomogram model was developed and validated according to the results of multivariate analysis. **Results:** In the model group, 67 out of 267 patients (25.09%) had AD. LASSO regression identified 10 potential predictors, including age, history of hypertension, family history of AD, RAVLT, FAQ, hippocampal sulcus ratio, lateral cerebral fissure ratio, apolipoprotein A1, apolipoprotein E, and C-reactive protein. Multivariate logistic regression analysis showed that age, history of hypertension, RAVLT, FAQ, hippocampal sulcus ratio, apolipoprotein A1, apolipoprotein E and C-reactive protein were independent predictors ($P < 0.05$). The area under the curve (AUC) of the AD risk prediction model for the elderly based on the model group was 0.968 (95% CI 0.946~0.990). External validation using the validation group showed an AUC of 0.957 (95% CI 0.932~0.983), which closely aligned with the internal validation results. The calibration curve indicated a close fit to the standard curve. The decision curve analysis showed that the net benefit rate was greater than 0 when the probability threshold of the nomograph model for predicting AD in elderly neurology patients ranged from 0.15 to 0.88. **Conclusion:** The prevalence of AD in elderly neurology patients is influenced mainly by factors such as age, history of hypertension, and RAVLT. The nomogram model developed in this study exhibits high accuracy and discrimination in predicting the risk of AD.

Keywords the elderly; Alzheimer's disease; multivariate Logistic regression; nomogram

阿尔茨海默病(Alzheimer's Disease, AD)为临床常见的神经退行性疾病,该病起病隐匿、病因机制尚未完全明确,AD可严重影响老年人身心健康,目前临床治疗仍以延缓病情进展为主,尚无法根治^[1,2]。有报道称约有1/3的AD患者的发病可归因于可控的危险因素,通过对可控因素进行早期干预可作为AD预防的主要思路^[3]。目前关于AD患者发病因素的研究已有相关报道,根据影响因素建立预测模型者也有相关报道,但少有可视化模型,使用Logistic回归、XGBoost法等建立的模型计算复杂,需要使用者具有一定的统计学知识,临床推广难度大^[4-7]。列线图模型是建立在多因素Logistic回归分析基础上的可视化模型,该模型直观可视、使用方便,可用于患者个性化预测,目前已被广泛用于多种临床事件的风险预测。本研究旨在通过建立老年人群AD风险预测模型,为AD风险预测提供新思路。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择2020年1月至2022年12月在我院神经内科就诊的老年患者382例。纳入标准:在调查地区连续居住≥12个月;年龄≥60岁;拟分析相关资料完整;受教育≥6年,读写功能正常。排除标准:合并严重的躯体疾病、精神类疾病、实质性神经系统疾病;有MRI检查禁忌证;血管性痴呆、帕金森病痴呆、路易体痴呆和额颞叶痴呆。以7:3比例将患者分为模型组267例与验证组115例。模型组男142例,女125例;年龄61~83岁,平均(74.19±12.17)岁;身体质量指数(body mass index,BMI)18.25~26.04 kg/m²,平均(22.17±4.88)kg/m²。验证组男60例,女55例;年龄61~83岁,平均(73.81±12.88)岁;BMI 18.25~26.04 kg/m²,平均(21.85±4.38)kg/m²。2组一般资料差异无统计学意义($P>0.05$)。本研究获得医院伦理委员会审批(审批号2023048)。

1.2 方法

1.2.1 一般资料 收集患者性别、年龄、BMI、吸烟史、饮酒史、受教育年限、婚姻状况、高血压病史、糖尿病史、AD家族史。饮酒史指每周饮酒≥1次,每次≥150 mL。吸烟史指每日吸食≥20支香烟。AD家族史指3代以内直系血亲有AD病史。

1.2.2 临床认知相关指标 采用Rey听觉语言学习测试(Rey auditory-verbal learning test, RAVLT)^[8]、社会功能调查量表(functional activities questionnaire, FAQ)^[9]对患者进行评估。RAVLT包含15个常用词的即时回

忆和延迟回忆。受试者重复回忆5次,正确得分,即时回忆总分为75分;30 min后再次回忆,延迟回忆总分为15分。FAQ共包含10项功能,根据社会功能情况分为0~3分,总分0~30分,得分越高社会功能越差。

1.2.3 影像学资料 以3.0T Ingenuity CX MRI仪(荷兰飞利浦公司)进行检测,以八通道头颅正交线圈及海绵垫固定头部,在休息15 min后行常规MRIs扫描。参数如下:T₁ Flair:TR/TE 2 000 ms/20 ms,视野230 mm,矩阵256×133,层厚5.0 mm,间距10 mm; Propeller T₂WI: TR/TE 7 000 ms/110.00 ms,视野230 mm,矩阵288×168,层厚5.0 mm,间距1.0 mm;DWI: TR/TE 1000 ms/78 ms,视野230 mm,矩阵164×122,层厚5.0 mm,间距1.0 mm。所有图像均由同一组具副高以上职称影像学医生进行评价。记录腔隙性梗死、血管周围间隙、脑旁室高信号、深部白质高信号、海马沟回比、尾状核指数、额角指数、大脑纵裂比、大脑外侧裂比。

1.2.4 实验室指标 患者入组后治疗前抽取空腹静脉血2 mL,以全自动生化分析仪检测载脂蛋白A-1、载脂蛋白E、C反应蛋白、同型半胱氨酸水平。

1.2.5 AD诊断及模型建立 AD诊断标准:符合美国国立神经病语言障碍卒中研究所AD及相关疾病协会(NINCDS /ADRDA)关于可能AD的标准且简易精神状态检查量表(mini-mental state examination, MMSE)小学组≤20分,中学以上组≤24分;临床痴呆评定量表(clinical dementia rating, CDR)≥0.5则诊断为AD^[10]。根据有无AD将患者分为2亚组,比较2亚组一般资料、临床认知相关指标、影像学资料及实验室指标,使用LASSO回归筛选变量后行多因素Logistic回归分析,根据多因素分析结果建立列线图模型并进行验证。

1.3 统计学处理

采用SPSS 22.0统计学软件分析数据,计数资料以例(%)表示,χ²检验;计量资料以(x̄±s)表示,t检验。采用R 4.1.3软件“glmnet”包进行LASSO回归分析以筛选协变量,在此基础上采用多因素Logistic回归模型分析,以“rms”包构建风险预测的列线图模型,绘制受试者工作特征(Receiver Operating Characteristic, ROC)曲线以评价该列线图模型的区分度,采用H-L拟合优度检验、校准曲线对该列线图模型进行评价和校准,绘制决策曲线以评价该列线图模型的临床有效性。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2亚组患者一般资料、临床认知相关指标、影像学

资料及实验室指标比较

模型组 267 例患者中共有 67 例(25.09%)患有 AD, AD 亚组与非 AD 亚组患者年龄、吸烟史、高血压病史、糖尿病史、AD 家族史、RAVLT、FAQ、血管周围间隙、脑旁室高信号、深部白质高信号、海马沟回比、尾状核指数、大脑外侧裂比、载脂蛋白 A1、载脂蛋白 E 及 C 反应蛋白差异有统计学意义($P<0.05$), 见表 1。

2.2 神经内科老年患者 AD 影响因素的筛选

以 AD 患病情况为因变量, 表 1 中的所有因素作为自变量, 通过三折交叉验证 LASSO 回归模型中的最佳 λ , 并于 lambda1.1SE 及 lambda1.min 处绘制虚拟垂直线, 结果显示 10 个潜在的预测因素被打印, 分别为年

龄、高血压病史、AD 家族史、RAVLT、FAQ、海马沟回比、大脑外侧裂比、载脂蛋白 A1、载脂蛋白 E、C 反应蛋白, 见图 1、2。

2.3 神经内科老年患者 AD 多因素分析

以 LASSO 回归筛选变量为自变量, AD 患病情况为因变量行多因素 Logistic 回归分析结果显示, 年龄、高血压病史、RAVLT、FAQ、海马沟回比、载脂蛋白 A1、载脂蛋白 E 及 C 反应蛋白为独立性影响因素($P<0.05$), 见表 2。

2.4 神经内科老年患者 AD 风险预测模型的建立

根据多因素分析结果, 以 R 语言软件建立老年人群 AD 风险预测列线图模型, 见图 3。

表 1 2 亚组一般资料、临床认知相关指标、影像学资料及实验室指标比较

组别	例数	性别/(例, n)		年龄/		BMI 指数/		吸烟史/(例, n)		饮酒史/(例, n)		受教育年限/[年, ($\bar{x}\pm s$)]	
		男	女	[岁, ($\bar{x}\pm s$)]		[kg/m ² , ($\bar{x}\pm s$)]		无	有	无	有	6~9 年	>9 年
非 AD 亚组	200	107	93	72.36±6.54		23.15±2.85		122	78	161	39	118	82
AD 亚组	67	35	32	77.24±5.07		22.94±3.03		31	36	40	17	41	26
χ^2/t 值		0.032		6.317		-0.534		4.451		2.775		0.100	
P 值		0.858		0.000		0.594		0.035		0.096		0.751	
组别	婚姻状况/(例, n)		高血压病史/(例, n)		糖尿病史/(例, n)		AD 家族史/(例, n)		RAVLT/		FAQ/		
	非在婚	在婚	无	有	无	有	无	有	[分, ($\bar{x}\pm s$)]		[分, ($\bar{x}\pm s$)]		
非 AD 亚组	24	176	119	81	151	49	186	14	31.62±10.08		3.34±2.31		
AD 亚组	11	56	24	43	42	25	55	12	24.81±11.09		8.49±3.34		
χ^2/t 值		0.860		11.313		4.113		6.797		-4.453		11.747	
P 值		0.354		0.001		0.042		0.009		0.000		0.000	
组别	腔隙性梗死/(例, n)		血管周围间隙/(例, n)		脑旁室高信号/(例, n)		深部白质高信号/(例, n)		海马沟回比/		尾状核指数/		
	无	有	无	有	无	有	无	有	[$\bar{x}\pm s$]		[$\bar{x}\pm s$]		
非 AD 亚组	188	12	11	189	178	22	122	78	0.19±0.06		0.16±0.04		
AD 亚组	59	8	9	58	53	14	36	31	0.22±0.05		0.18±0.04		
χ^2/t 值		2.556		4.558		4.213		4.451		5.187		2.976	
P 值		0.110		0.033		0.040		0.035		0.000		0.003	
组别	额角指数/		大脑纵裂比/		大脑外侧裂比/		载脂蛋白 A-1/		载脂蛋白 E/		C 反应蛋白/		
	($\bar{x}\pm s$)		($\bar{x}\pm s$)		($\bar{x}\pm s$)		[mg/dL, ($\bar{x}\pm s$)]		[mg/dL, ($\bar{x}\pm s$)]		[mg/L, ($\bar{x}\pm s$)]	[$\mu\text{mol}/\text{L}$, ($\bar{x}\pm s$)]	
非 AD 亚组	0.23±0.07		0.06±0.03		0.04±0.03		1.27±0.36		5.60±2.11		6.96±3.78		
AD 亚组	0.24±0.08		0.07±0.03		0.07±0.03		1.48±0.44		6.68±1.83		9.96±3.33		
χ^2/t 值		0.376		0.450		6.154		3.418		4.025		6.176	
P 值		0.707		0.653		0.000		0.001		0.000		0.000	

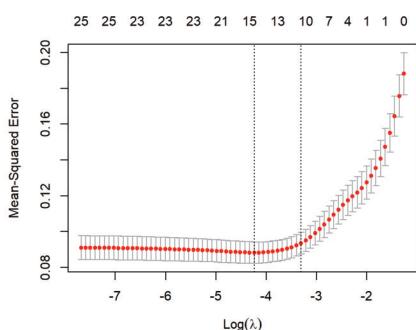


图 1 LASSO 回归的系数路径

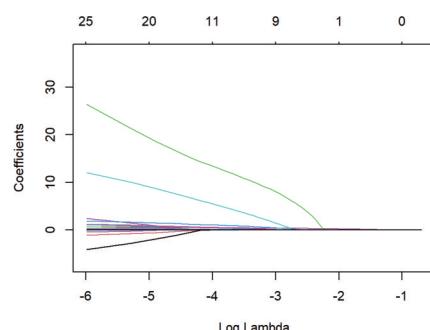


图 2 LASSO 回归交叉验证结果

表2 神经内科老年患者AD多因素分析

因素	β	SE	Wald	P	OR	95% CI
年龄	0.208	0.058	12.850	0.000	1.232	1.099 ~ 1.380
高血压病史	1.476	0.580	6.473	0.011	4.374	1.403 ~ 13.631
AD家族史	1.005	0.832	1.461	0.227	2.733	0.535 ~ 13.950
RAVLT	-0.082	0.026	10.310	0.001	0.921	0.876 ~ 0.969
FAQ	0.755	0.132	32.535	0.000	2.128	1.641 ~ 2.758
海马沟回比	0.713	0.237	9.051	0.003	2.040	1.282 ~ 3.246
大脑纵裂比	0.551	0.301	3.351	0.067	1.735	0.962 ~ 3.130
载脂蛋白A1	2.085	0.690	9.130	0.003	8.042	2.080 ~ 31.092
载脂蛋白E	0.330	0.143	5.333	0.021	1.391	1.051 ~ 1.841
C反应蛋白	0.210	0.077	7.461	0.006	1.234	1.061 ~ 1.435
常量	-28.659	5.709	25.197	0.000	0.000	

2.5 神经内科老年患者AD风险预测模型验证

内部验证:以模型组构建老年人群AD风险预测模型预测值的曲线下面积(area under the curve, AUC)为0.968, 95%CI为0.946~0.990;提示本研究建立的模型区分度较好。再以验证组数据进行外部验证,由验证组构建模型的AUC为0.957, 95%CI为0.932~0.983,与内部验证结果相接近,见图4。校准曲线结果显示,预测曲线与标准曲线基本拟合,提示模型预测准确度较高,见图5。

2.6 神经内科老年患者AD风险预测模型临床有效性分析

模型组决策曲线分析结果显示:当该列线图模型预测神经内科老年患者AD概率阈值为0.15~0.88时,患者的净受益率大于0,见图6。

3 讨论

AD为临床常见病,随着国内人口老龄化进程的加快,AD的患病人数呈逐年上升的趋势,因该病病因机制尚未完全明确,患者一旦因出现典型症状而确诊时已失去了最佳的治疗时机^[11]。早期诊断方法的缺乏成为阻碍药物对AD有效治疗的瓶颈,因此建立早期预测AD患病风险的方法具有重要的意义。目前关于AD的预测模型相关研究虽有报道,但需要使用者具有一定的统计学知识,临床推广难度大^[12]。列线图模型是建立在多因素 Logistic回归分析基础上的可视化预测模型,该模型可将各影响因素在同一个列线图模型中展示,并对各因素进行赋分实现AD风险的量化。另外因本研究选择变量较多,容易出现多重共线性的问题,为使变量筛选更具代表性,本研究选择LASSO

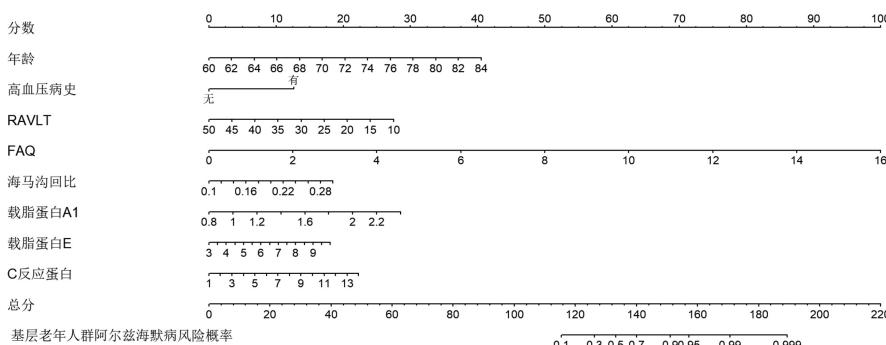


图3 老年人群AD风险预测模型

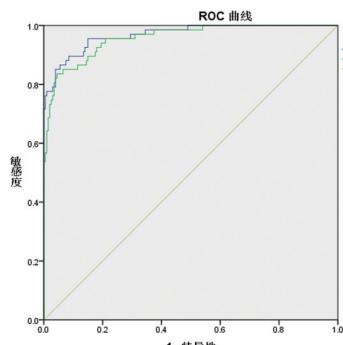


图4 ROC曲线

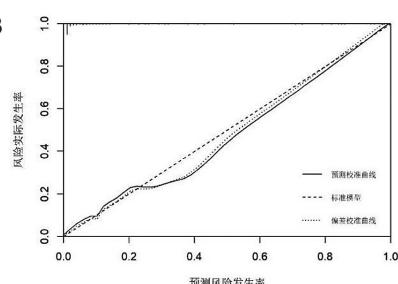
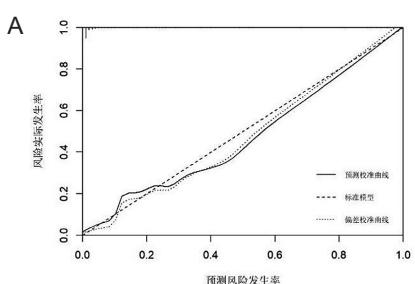


图5 模型组(A)和验证组(B)校准曲线

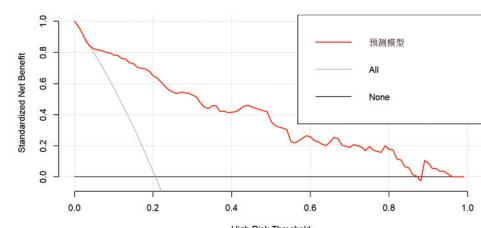


图6 决策曲线

回归进行变量筛选,相比于其他特征选择方法,LASSO回归可有效减少模型的复杂度,使用的正则化方法(L1正则化)可以将某些自变量的系数收缩到0,从而达到特征选择的目的^[13]。同时LASSO回归还可提高模型的解释性,使筛选变量与目标变量的关系更加紧密,提高模型的解释性;并可处理高维数据,使自变量数量远大于样本数量,也能够进行特征选择和回归分析^[14]。

本研究在LASSO回归基础上行多因素Logistic回归分析结果显示:年龄、高血压病史、AD家族史、RAVLT、FAQ、海马沟回比、大脑外侧裂比、载脂蛋白A1、载脂蛋白E、C反应蛋白为老年AD患病独立性影响因素。①关于年龄对于AD发病的影响已被多项研究所证实^[15,16],本研究结果显示,随着患者年龄的增加老年AD患病风险相应增加。研究发现早期AD患者与正常老化者老年斑块数量相似,但密度有一定的差异,随着年龄的增长可导致鞘磷脂分解、脑干核团细胞丢失及血脑屏障损伤的增加而使AD相关病理改变增加,增加AD患病风险^[17]。②高血压及AD家族史也是公认AD患病的危险因素之一,这可能是因为高血压患者长期过高血压可导致脑血管硬化而引起脑白质缺血、缺氧,导致患者认知功能下降发展为AD^[18]。另外,高血压还可致血管渗透性升高并引起蛋白质渗出,若此改变大量存在于脑实质可引起脑血管疾病而致AD。关于AD的遗传性,目前已发现AD的患病与21号染色体β-APP基因,19号染色体的APOE基因,14号染色体的早老素1基因及1号染色体的早老素2基因均有着密切的关系^[19]。③RAVLT、FAQ为目前常用的临床认知评分指标,常被用作AD的早期筛查,但其还受调查对象文化程度等因素的影响,因而其特异度有待提高,需要结合其他因素进行综合筛查以提高预测效能。④海马沟回比、大脑外侧裂比为常用的MRI检查指标,研究显示^[20]:AD最早的神经元损伤发生于海马,海马体积的缩小可致海马沟回比增加,同时随着海马体积的缩小还可使颅内动脉血流的脉动性增加,长期如此可致微循环损伤而影响患者记忆功能出现AD相关症状。大脑外侧裂比常用作皮质萎缩的评估,随着该比值的增大患者皮质萎缩严重程度增加,皮质萎缩也意味着脑功能的衰退,AD的患病风险增加。⑤载脂蛋白A1、载脂蛋白E均为载脂蛋白的一种,C反应蛋白则为炎症反应指标的一种,研究发现在AD患者中上述指标均有明显升高的表现^[21]。列线图模型将患者年龄、高血压病史等一般资料与临床认知评分指标、影

像学指标及血象指标相结合可从不同方面反映患者的机体状况,有助于提高AD的预测效能且上述指标均为常规指标临幊上容易获得,模型计算方便可实现患者AD风险的个性化预测^[22]。需要注意的是,本研究为单中心研究,可能存在一定的选择性偏倚,但为了验证模型的适用性,采用了与建模组不同的验证组进行了外部验证,结果显示模型具有较高的准确度与区分度。在后续的研究中将采取多中心队列分析以进一步证实研究结果。

综上所述,神经内科老年患者AD患病主要受年龄、高血压病史、RAVLT等因素的影响,本研究列线图模型具有较高的准确度与区分度,可用于AD患病风险预测。本研究所建立的列线图模型直观、可视,可用于神经内科老年患者的AD患病风险个性化预测,为临幊上AD早期干预方案制订提供参考。

参考文献

- [1] 朱囡囡,郑明丽,李经纬,等.阿尔茨海默病患者精神行为症状及影响因素的调查研究[J].神经损伤与功能重建,2022,17: 231-233.
- [2] Wang C, Song P, Niu Y. The management of dementia worldwide: A review on policy practices, clinical guidelines, end-of-life care, and challenge along with aging population[J]. Biosci Trends, 2022, 16: 119-129.
- [3] Wilk C, Cordell A, Orsulic-Jeras S, et al. Using Life Story Techniques with Diverse Communities: Lessons Learned from a Focus Group Study [J]. Innov Aging, 2021, 5: 838-838.
- [4] 丛慧文,徐雅琪,王爱民,等.XGBoost算法在轻度认知障碍人群阿尔茨海默病发病预测中的应用[J].郑州大学学报(医学版),2022,57: 751-756.
- [5] Hajjar I, Liu C, Jones DP, et al. Untargeted metabolomics reveal dysregulations in sugar, methionine, and tyrosine pathways in the prodromal state of AD[J]. Alzheimers Dement (Amst), 2020, 12: 12064-12068.
- [6] Mahomed A, Pretorius C. Availability and utilization of support services for South African male caregivers of people with Alzheimer's disease in low-income communities[J]. Dementia, 2021, 20: 633-652.
- [7] 叶子园,郭熙,郭守霞,等.阿尔茨海默病相关危险因素的研究进展[J].吉林医药学院学报,2023,44: 52-54.
- [8] Gordon H, McKeown J. Co-producing research - A personal experience...[J]. Dementia, 2020, 19: 98-100.
- [9] Srijayanth KVS, Maiya RG. Quality of life among geriatric population: A cross-sectional study to assess the quality of life among geriatric population covered under urban health training center of a tertiary care hospital in Kancheepuram, Tamilnadu[J]. Indian J Prev Soc Med, 2022, 53: 199-205.
- [10] Stachenfeld NS, Mazure CM. Precision medicine requires understanding how both sex and gender influence health[J]. Cell, 2022, 185: 1619-1622.
- [11] Wang L. Animal Disease Prevention and Control in a Low-carbon Economy[J]. Rev Cien Fac Cien V, 2020, 30: 220-229.
- [12] Mathie E, Antony A, Killett A, et al. Dementia-friendly communities: The involvement of people living with dementia[J]. Dementia, 2022, 21: 1250-1269.
- [13] Zhang C, Liu L, Zhou S, et al. Contact-Fraud Victimization among Urban Seniors: An Analysis of Multilevel Influencing Factors[J]. ISPRS Int J Geo-Inf, 2022, 11: 201-206.
- [14] Freeman S, Pelletier C, Ward K, et al. Factors influencing participation in physical activity for persons living with dementia in rural

口异常支配率8%，低于本研究双侧虎口区出现率，考虑可能本研究与未剔除低波幅SNAP有关。因为，目前国内外暂未见到前臂外侧皮神经在虎口及拇指异常支配SNAP波幅、潜伏时参考标准报道。而本研究记录了前臂外侧皮神经在虎口及拇指出现SNAP平均波幅及潜伏时，同时与桡神经浅支SNAP比较。

因此，在临床神经电生理检查工作中，对桡神经完全损伤患者，在虎口或拇指可能记录到SNAP，需考虑前臂外侧皮神经和桡神经浅支解剖变异及交通支情况，建议同时行前臂外侧皮神经刺激，在虎口及拇指记录，观察比较SNAP波幅及起始潜伏时，同时双侧对比检测，避免神经电生理结果误判。本研究的样本量有限，没有分析前臂外侧皮神经异常支配是否与桡神经浅支SNAP左右波幅差异相关，有待后续进一步分析研究。

参考文献

- [1] Anderhuber F, Pera F, Streicher J, et al. Waldeyer-Anatomie des Menschen[M]. Berlin : De Gruyter, 2003: 69.
- [2] 任文乾, 王梓尧, 张艺凡, 等. 周围神经损伤的修复机制[J]. 神经损伤与功能重建, 2022, 17: 604-605.
- [3] Paackic A, Orthaber S, Marhofer P, et al. The relationship between the lateral cutaneous antebrachial nerve and the superficial branch of the radial nerve and its impact on regional anesthetic and pain blocks of the thumb: What is more important: Nerves or dermatomes[J]. Ann Anat, 2023, 245: 152018.
- [4] 刘晓柳, 丛培颉, 别业鸿. 前臂外侧皮神经替代桡神经浅支1例[J]. 中国临床解剖学, 2000, 18: 233.
- [5] Steinberg BD, Plancher KD, Idler RS. Percutaneous Kirschner wire fixation through the snuff box: an anatomic study[J]. Hand Surgs, 1995, 20: 57-62.
- [6] Ikit ZA, Ucerler H. Anatomic characteristics and clinical importance of the superficial branch of the radial nerve [J]. Surg Radiol Anat, 2004, 26: 453-458.
- [7] 陈志豪, 徐华梓, 徐刚, 等. 桡神经浅支及其分支的解剖学研究及临床意义[J]. 浙江创伤外科, 2010, 8: 417-420.
- [8] Poublon AR, Walbeehm ET, Duraku LS, et al. The anatomical relationship of the superficial radial nerve and the lateral antebrachial cutaneous nerve: A possible factor in persistent neuropathic pain[J]. Plast Reconstr Aesthet Surg, 2015, 68: 237-242.
- [9] 卢祖能. 实用肌电图学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2000: 284-285.
- [10] Leis AA, Wells KJ. Radial nerve cutaneous innervation to the ulnar dorsum of the hand[J]. Clin Neurophysiol, 2008, 119: 662-666.
- [11] Leis AA, Stetkarova I, Wells KJ. Martin-gruber anastomosis with anomalous superficial radial innervation to ulnar dorsum of hand: a pitfall when common variants coexist[J]. Muscle Nerve, 2010, 41: 313-317.
- [12] Hemmi S, Kurokawa K, Nagai T, et al. Anatomical variations of the superficial branch of the radial nerve and the dorsal branch of the ulnar nerve: A detailed electrophysiological study[J]. Muscle Nerve, 2021, 63: 913-918.
- [13] Davidovich ER, Nascimento OJ. Superficial radial nerve lateral antebrachial cutaneous nerve anatomic variation[J]. Brain and Behavior, 2014, 4: 70-74.
- [14] 黄霄云, 田东. 前臂外侧皮神经异常支配虎口感觉的电生理分析[J]. 现代电生理杂志, 2017, 4: 195-197.

(本文编辑:王晶)

(上接第396页)

and northern communities in Canada: a qualitative study[J]. BMJ open, 2022, 12: 60860-60866.

[15] Xu H, Zhang Z, Zhang C, et al. Rehabilitation Nursing for Cognitive Dysfunction of Senile Vascular Dementia Patients[J]. Invest Clin, 2020, 61: 1417-1426.

[16] Bagnall K. An exploration of public libraries as dementia friendly places[J]. J Health Inf Lib Aust, 2021, 2: 28-53.

[17] Inoyatova NM. Association Of Vitamin D Deficiency With Risk Factors In Postmenopausal Women[J]. Am J App Sci, 2021, 3: 70-77.

[18] Rong J, Wang X, Ge Y, et al. Association between functional disability and depressive symptoms among older adults in rural China: a cross-sectional study[J]. BMJ Open, 2021, 11: 47939-47943.

[19] Ni Z, Xi Y. Research on Construction Suggestions of China's Endowment Service Supply Model from the Perspective of Welfare Pluralism[J]. Sustainability, 2022, 14: 6849-6853.

[20] Hyppa-Martin J, Hofmann R, Mccollar L. Dementia and professional fundraising: What to know and what to plan[J]. J Edu Adv Mark, 2022, 7: 145-157.

[21] Hu T, Du S, Li X, et al. Establishment of a model for predicting the outcome of induced labor in full-term pregnancy based on machine learning algorithm[J]. Sci Rep, 2022, 12: 19063-19066.

[22] Guzzardo MT, Todorova ILG, Engelman A, et al. Reflexivity and humility evoke a transformable methodology in a post disaster context[J]. Health Psychol Behav, 2021, 9: 1-24.

(本文编辑:王晶)