

基于影像组学的神经血管压迫与原发性三叉神经痛关系探讨

倪洋 张昉 张勇 林劲芝

【摘要】 **目的** 基于影像组学筛查原发性三叉神经痛相关危险因素。**方法** 选择 2017 年 1 月至 2020 年 12 月广东省第二人民医院诊断与治疗的 48 例原发性三叉神经痛患者,测量平均动脉压,行头部 MRI 检查构建神经血管压迫模型。单因素和多因素 Logistic 回归分析筛查原发性三叉神经痛相关危险因素,根据危险因素绘制受试者工作特征(ROC)曲线,评价其预测效能。**结果** 共 48 例患者平均动脉压为 56.89~120.44 mm Hg,平均为(94.32±11.34) mm Hg;42 例(87.50%)病灶位于单侧、6 例(12.50%)病灶位于双侧,计 54 例次神经血管压迫模型。根据是否引发三叉神经痛分为患侧组(40 例次)和健侧组(14 例次),患侧组神经血管压迫面积($Z = -2.823, P = 0.005$)和神经血管压力($Z = -0.365, P = 0.006$)均大于健侧组。Logistic 回归分析显示,神经血管压力大是原发性三叉神经痛的危险因素($OR = 1.001, 95\%CI: 1.0003 \sim 1.0022; P = 0.011$)。ROC 曲线显示,神经血管压迫面积预测原发性三叉神经痛的曲线下面积为 0.747(95%CI: 0.605~0.890, $P = 0.006$),灵敏度为 42.50%、特异度为 100%,截断值为 25.34 mm²;神经血管压力的曲线下面积为 0.755(95%CI: 0.616~0.895, $P = 0.005$),灵敏度为 67.50%、特异度为 78.60%,截断值为 1672.99 mm Hg·mm²;且二者预测效能相当($Z = -0.250, P = 0.805$)。**结论** 神经血管压迫面积和神经血管压力对原发性三叉神经痛具有重要诊断价值。

【关键词】 三叉神经痛; 磁共振成像; 影像组学(非 MeSH 词); 危险因素; Logistic 模型; ROC 曲线

Analysis of the relationship between neurovascular compression and primary trigeminal neuralgia based on radiomics

NI Yang, ZHANG Fang, ZHANG Yong, LIN Jin-zhi

Department of Neurosurgery, Guangdong Second Provincial General Hospital, Guangzhou 510317, Guangdong, China

Corresponding authors: LIN Jin-zhi (Email: linjinzhisey@163.com);

ZHANG Yong (Email: zhangyongsey@163.com)

【Abstract】 **Objective** To screen the risk factors related to primary trigeminal neuralgia (PTN) based on radiomics. **Methods** A total of 48 patients with PTN admitted to Guangdong Second Provincial General Hospital from January 2017 to December 2020 were selected. The mean arterial pressure (MAP) of the patients was measured, and the neurovascular compression model was constructed by head MRI examination. Univariate and multivariate Logistic regression analyses were used to screen for risk factors associated with PTN, and the predictive efficacy was evaluated by receiver operating characteristic (ROC) curve according to the risk factors. **Results** Among 48 patients, 42 patients (87.50%) had unilateral lesions and 6 patients (12.50%) had bilateral lesions. The MAP was 56.89–120.44 mm Hg, with an average of (94.32±11.34) mm Hg. The neurovascular compression model of 54 cases was divided into the affected side ($n = 40$) and the healthy side ($n = 14$) according to whether the disease occurred. The neurovascular compression area ($Z = -2.823, P = 0.005$) and neurovascular pressure ($Z = -0.365, P = 0.006$) on the affected side were greater than those on the healthy side. Logistic regression analyses showed that high

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2024.08.011

基金项目:广东省医学科学技术研究基金资助项目(项目编号:A2022236);广东省医学科学技术研究基金项目(项目编号:B2023037);广东省第二人民医院博士工作站项目(项目编号:2021BSGZ006)

作者单位:510317 广州,广东省第二人民医院神经外科

通讯作者:林劲芝,Email:linjinzhisey@163.com;张勇,Email:zhangyongsey@163.com

neurovascular pressure ($OR = 1.001$, 95%CI: 1.0003–1.0022; $P = 0.011$) was a risk factor for PTN. ROC showed the area under the curve (AUC) of neurovascular compression area for predicting PTN was 0.747 (95%CI: 0.605–0.890, $P = 0.006$), the sensitivity was 42.50%, the specificity was 100%, and the cut-off value was 25.34 mm². The AUC of neurovascular pressure was 0.755 (95%CI: 0.616–0.895, $P = 0.005$), the sensitivity was 67.50%, the specificity was 78.60%, and the cut-off value was 1672.99 mm Hg·mm².

Conclusions The neurovascular compression area and neurovascular pressure are important in the diagnosis of PTN.

【Key words】 Trigeminal neuralgia; Magnetic resonance imaging; Radiomics (not in *MeSH*); Risk factors; Logistic models; ROC curve

This study was supported by Guangdong Medical Research Foundation (No. A2022236, B2023037), and Doctoral Workstation Foundation of Guangdong Second Provincial General Hospital (No. 2021BSGZ006).

Conflicts of interest: none declared

原发性三叉神经痛(PTN)是一种慢性神经病理疼痛,疾病负担严重,病理生理学机制尚不明确,临床诊断与治疗较为困难^[1]。既往认为,三叉神经出脑干区的神经血管压迫是原发性三叉神经痛的主要病因^[2],但亦有部分神经血管压迫可见于健康人群^[3-4]。近期研究显示,动脉压迫三叉神经更易诱发原发性三叉神经痛^[5]。神经血管压迫处神经与血管间作用力的本质为血管对神经的压力,与神经血管压迫面积和血流压强有关,基于影像组学参数获得压迫面积和血流压强间接计算血管对神经的压力可能是目前较合理的方法^[6],其中血流压强与平均动脉压(MAP)有关^[7]。鉴于此,本研究以广东省第二人民医院近3年诊断与治疗的原发性三叉神经痛患者为研究对象,基于影像组学定量计算神经血管压迫面积和神经血管压力,筛查原发性三叉神经痛相关危险因素,以期提高临床对疾病的诊断与治疗水平。

资料与方法

一、临床资料

1. 纳入标准 (1)原发性三叉神经痛的诊断符合《国际头痛疾病分类第3版(ICHD-III)》^[8]的标准。(2)均经头部MRI证实存在神经血管压迫,即责任血管与三叉神经存在接触面且二者之间未见脑脊液。(3)责任血管为动脉^[5]。(4)本研究经广东省第二人民医院医学伦理委员会审核批准(审批号:2018-SYX-018)。

2. 排除标准 (1)颅底或脑桥小脑角(CPA)占位、多发性硬化等原因导致的继发性三叉神经痛。(2)神经血管压迫面积过小导致无法勾画。(3)既往曾行微血管减压术(MVD)。(4)临床资料不完整。

3. 一般资料 选择2017年1月至2020年12月在广东省第二人民医院神经外科住院治疗的原发性三叉神经痛患者共48例,男性18例,女性30例;年龄45~87岁,平均(63.60±9.57)岁;病程3个月至30年,中位病程5(3,10)年。

二、研究方法

1. 血压测定 采用日本欧姆龙株式会社生产的7136型电子血压计测量患者坐位时左上肢肱动脉收缩压和舒张压,于清晨6:00进行首次测量、间隔2 min后再次测量、次日清晨6:00第3次测量,取平均值并计算平均动脉压,计算公式为:平均动脉压(mm Hg)=舒张压+1/3(收缩压-舒张压)。

2. 头部MRI检查 采用荷兰Philips公司生产的Achieva 3.0T MRI扫描仪,24通道头颈部联合线圈,常规扫描序列定位后采用双激发式稳态自由进动(BTFF)序列和增强T₁高分辨率各向同性容积激发(e-THRIVE)序列行横断面扫描。(1)BTFF序列:重复时间(TR)6 ms、回波时间(TE)2.40 ms,翻转角(FA)45°,扫描视野(FOV)180 mm×180 mm,矩阵为308×308,激励次数(NEX)为2次,层厚为1 mm、层间距为-0.50 mm,共扫描140层,扫描时间为270 s。(2)e-THRIVE序列:经肘静脉注射对比剂钆喷酸葡胺0.20 ml/kg,注射速度为2.50 ml/s,注射后即刻扫描,重复时间4.50 ms、回波时间1.96 ms,翻转角10°,扫描视野230 mm×214 mm,矩阵232×214,激励次数3次,层厚1 mm、层间距-0.50 mm,共360层,扫描时间270 s。

3. 图像处理与数据分析 采用Dcm2niigui软件(<http://people.cas.sc.edu/rorden/mricron/stats.html>)将BTFF序列和e-THRIVE序列图像由DICOM格式转换为NIFTI格式,再采用SPM12软件(<http://www.fil>).

ion.ucl.ac.uk/spm/software/spm12/)将两种序列图像配准。由一位经验丰富的神经外科医师采用 3D Slicer 软件(<https://www.slicer.org/>)之 Segement Editor 工具分别在 BTFE 序列和 e-THRIVE 序列图像上手动画感兴趣区(ROI),先于 e-THRIVE 序列图像勾画责任动脉,再于 BTFE 序列图像勾画受压的三叉神经,勾画范围为三叉神经出脑干区;由另一位经验丰富的神经外科医师对 ROI 进行校对和调整以确保两种序列上的 ROI 相一致。采用 Logical Operators 工具对勾画重建的神经血管模型压迫重合处相减以获得神经血管压迫模型。采用扩展程序 Radiomics 自动提取 ROI 形态学特征,包括神经血管压迫面积和神经血管压力,计算公式:神经血管压迫面积(mm^2) = (神经压迫面积 + 血管压迫面积) / 2,神经血管压力($\text{mm Hg} \cdot \text{mm}^2$) = 平均动脉压 × 神经血管压迫面积。

4. 统计分析方法 采用 SPSS 25.0 统计软件进行数据处理与分析。计数资料以相对数构成比(%)或率(%)表示;正态性检验采用 Shapiro-Wilk 检验,呈正态分布的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,呈非正态分布的计量资料以中位数和四分位数间距 [$M(P_{25}, P_{75})$] 表示,采用 Mann-Whitney U 检验。原发性三叉神经痛相关危险因素的筛查采用单因素和多因素逐步法 Logistic 回归分析($\alpha_{\lambda} = 0.05$, $\alpha_{\text{出}} = 0.10$);进一步绘制受试者工作特征(ROC)曲线并计算曲线下面积(AUC)、截断值、灵敏度、特异度。以 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

本组患者血压测定显示,平均动脉压为 56.89 ~ 120.44 mm Hg(1 mm Hg = 0.133 kPa),平均(94.32 ± 11.34) mm Hg;MRI 显示,42 例(87.50%)病灶位于单侧、6 例(12.50%)病灶位于双侧,共重建神经血管压迫模型 54 例次。54 例次神经血管压迫模型根据是否引发三叉神经痛分为患侧组(40 例次)和健侧组(14 例次),其中,患侧组为存在神经血管压迫且有疼痛症状,健侧组为存在神经血管压迫但无疼痛症状,结果显示,患侧组神经血管压迫面积($P = 0.005$)和神经血管压力($P = 0.006$)均大于健侧组(表 1)。

单因素 Logistic 回归分析显示,神经血管压迫面积($P = 0.013$)和神经血管压力($P = 0.011$)是原发性三叉神经痛的影响因素(表 2,3)。将单因素 Logistic

表 1 患侧组与健侧组神经血管压迫模型一般资料的比较 [$M(P_{25}, P_{75})$]

Table 1. Comparison of general data between affected side and healthy side of neurovascular compression model [$M(P_{25}, P_{75})$]

组别	例次数	神经血管压迫面积(mm^2)	神经血管压力($\text{mm Hg} \cdot \text{mm}^2$)
健侧组	14	15.76(6.15, 21.36)	1374.97(643.60, 1767.25)
患侧组	40	22.38(15.35, 31.12)	2057.47(1464.92, 3179.39)
Z 值		-2.823	-0.365
P 值		0.005	0.006

表 2 原发性三叉神经痛相关影响因素的变量赋值表

Table 2. Variables assignment of related influencing factors of PTN

变量	赋值	
	0	1
原发性三叉神经痛	无	有
神经血管压迫侧别	健侧	患侧

表 3 原发性三叉神经痛影响因素的单因素 Logistic 回归分析

Table 3. Univariate Logistic regression analysis of influencing factors of PTN

变量	b	SE	Wald χ^2	P 值	OR 值	OR 95%CI
神经血管压迫侧别	-0.185	0.681	0.074	0.785	0.831	0.2186 ~ 3.1570
平均动脉压	-0.006	0.027	0.054	0.815	0.994	0.9435 ~ 1.0468
神经血管压迫面积	0.109	0.044	6.167	0.013	1.116	1.0233 ~ 1.2163
神经血管压力	0.001	0.000	6.389	0.011	1.001	1.0003 ~ 1.0022

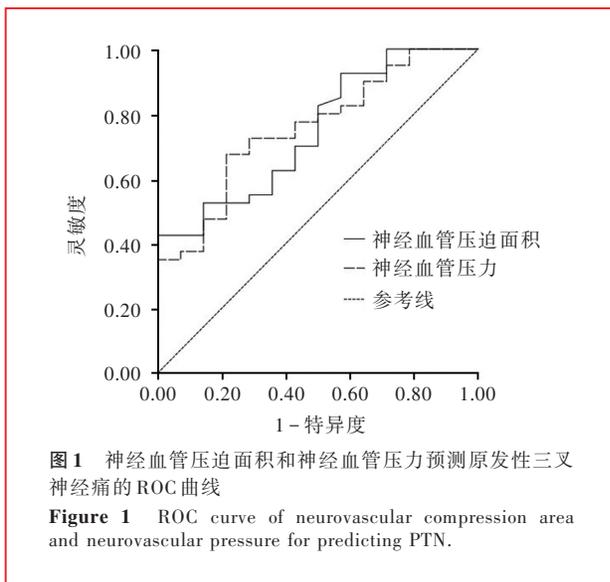
表 4 原发性三叉神经痛影响因素的多因素逐步法 Logistic 回归分析

Table 4. Multivariate stepwise Logistic regression analysis of influencing factors of PTN

变量	b	SE	Wald χ^2	P 值	OR 值	OR 95%CI
神经血管压力	0.001	0.000	6.389	0.011	1.001	1.0003 ~ 1.0022
常数项	-1.104	0.816	1.831	0.176		

回归分析有统计学意义的因素纳入多因素 Logistic 回归方程,结果显示,神经血管压力大是原发性三叉神经痛的危险因素($OR = 1.001$, 95%CI: 1.0003 ~ 1.0022, $P = 0.011$; 表 4)。

虽然本研究未得出神经血管压迫面积是原发性三叉神经痛的危险因素,但该项指标具有重要临床意义,因此以神经血管压迫面积和神经血管压力两项指标作为原发性三叉神经痛的预测因素,绘制 ROC 曲线(图 1),结果显示,神经血管压迫面积预测原发性三叉神经痛的曲线下面积为 0.747(95%CI: 0.605 ~ 0.890, $P = 0.006$),灵敏度为 42.50%、特异度



为100%，截断值为25.34 mm²；神经血管压力的曲线下面积为0.755(95%CI:0.616~0.895, $P=0.005$)，灵敏度为67.50%、特异度为78.60%，截断值为1672.99 mm Hg·mm²；二者曲线下面积的比较差异无统计学意义($Z=-0.250, P=0.805$)，表明神经血管压迫面积和神经血管压力预测原发性三叉神经痛的效能相当。

讨 论

原发性三叉神经痛的病因主要为责任血管压迫三叉神经引起面部疼痛，近年随着研究的深入和影像学技术的发展，血管压迫三叉神经在健康人群中并不少见^[4]。三叉神经痛影像学研究显示，神经与血管之间关系主要依靠临床医师对MRI的经验性判读^[5,9-14]。有研究者通过测量原发性三叉神经痛患者MRI图像上三叉神经桥前池段压迫最明显处体积和横截面积以反映神经受压情况^[5,15]，这种方法虽可间接反映三叉神经受压迫程度，但神经受压并非发生于同一部位，测定点的选择和测量者的主观判断使得这一方法的可行性较差，研究结果不具有特异性。随着三维成像技术的发展，高分辨率磁共振成像(HRMRI)结合多模态影像学融合技术使准确辨别三叉神经细微解剖结构界限变得简单、直接，同时也使手动勾画神经、血管范围变得容易、准确^[16-17]。此外，医学图像定量参数自动化提取技术的快速发展，使影像组学研究成果逐渐转化为临床实践。研究发现，由于影像组学的形态学参数提取和计算不受图像预处理(滤波、强度离散化等)和

重建(滤波后的反投影或迭代重建)等的影响，其形态学参数可视为稳定、准确的指标，但目前尚无广泛采纳的形态学参数精确程度的验证方法^[6]。

既往研究显示，原发性三叉神经痛患者的责任动脉(包括椎动脉、小脑上动脉等)以椎动脉管径最大^[18-19]，且椎动脉压迫与原发性三叉神经痛密切相关^[20]。在血流动力学因素的影响下，管径较大的血管更易与神经接触并产生较大的压迫面积，当压迫面积达一定程度($\geq 25.34 \text{ mm}^2$)时，原发性三叉神经痛风险即显著增加，这可以解释部分神经血管压迫患者并未出现三叉神经痛。神经血管压迫作为原发性三叉神经痛病因的解释尚存争议，Panczykowski等^[21]通过三叉神经痛分级系统(三叉神经痛类型、药物反应、神经血管压迫程度)预测原发性三叉神经痛患者微血管减压术后的临床预后，结果显示，神经血管压迫程度与微血管减压术临床预后相关，压迫越严重、解除压迫后复发率越低、疼痛缓解效果越佳，而责任血管为动脉是微血管减压术后临床预后良好的独立预测因素。目前，对于原发性三叉神经痛患者是否需行微血管减压术仍依靠临床医师的主观判断，无客观量化指标，尚无较好用于术式选择和预后预测的指标。本研究通过量化神经血管压迫面积或可弥补这一不足。本研究结果显示，患侧组神经血管压迫面积和神经血管压力均大于健侧组，但多因素Logistic回归分析并未得出神经血管压迫面积是原发性三叉神经痛的危险因素，考虑原因为当血管压迫三叉神经时，压迫面积与血流压强共同发挥作用，导致脱髓鞘改变，从而引起原发性三叉神经痛^[21]。

Yamada等^[22]和Satoh等^[23]通过计算流体力学指标探究神经与血管之间的力学作用与原发性三叉神经痛发病和预后的关系，但该方法操作困难且存在一定局限性，部分动态指标如血流量和血流速度等可对结果产生一定影响，即所构建神经血管压迫模型具有一定的几何不确定性，且部分指标截断值的正确性尚未明确^[7]。本研究在影像组学方法量化神经血管压迫面积的基础上，以平均动脉压作为反映血流压强的指标，采用力学公式简化复杂的流体力学计算方法，既可简化大量流程又可间接计算神经血管之间力学关系，同时避免计算流体力学相关参数时图像重建和绘制算法兼容性问题，结果显示，当神经血管压力 $\geq 1672.99 \text{ mm Hg}\cdot\text{mm}^2$ 时，原发性三叉神经痛的风险显著增加。

原发性三叉神经痛的责任血管以动脉更为常见,提示影响血管压迫神经程度的血流压强主要来源于动脉压^[10]。动物实验发现,三叉神经痛模型大鼠平均动脉压高于野生型大鼠^[24]。平均动脉压可以稳定反映脑灌注压,其衡量脑血管对三叉神经的压迫作用较收缩压和舒张压更合理^[11]。原发性三叉神经痛患者由于迂曲血管的脉冲连续刺激作用于脑干延髓腹外侧区引起神经递质释放后兴奋交感神经,通常可以出现血压升高,称为神经源性高血压^[25],并推测其可能是由于微血管压迫脑干引起的血压异常,但有学者认为神经源性高血压与原发性三叉神经痛的因果关系难以验证^[26],因此血压与原发性三叉神经痛之间的因果关系尚无定论,加之,在体测量脑血流压力具有一定难度,尚待进一步研究。

本研究尚存一定局限性:(1)样本量较小,可能存在选择偏倚。(2)以患者健侧为对照,未纳入健康人群,样本代表性可能存在一定局限性。(3)动脉血流动力学除受血液黏稠度、平均动脉压等因素的影响外,在颈动脉分叉部还可受分叉部形状的影响^[7],但本研究受测量方法的限制,未纳入该参数。未来尚待扩大样本量、纳入多中心患者和健康人群、测量更多相关参数,进一步证实本研究结论。

综上所述,本研究采用影像组学分析方法量化原发性三叉神经痛患者神经血管压迫程度,发现神经血管压迫面积和神经血管压力对疾病诊断具有重要价值。影像组学分析在三叉神经痛研究方面具有重要潜力,但目前仅有少部分形态学参数在临床得以应用,值得未来进一步探究。

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] Cruccu G, Di Stefano G, Truini A. Trigeminal neuralgia[J]. N Engl J Med, 2020, 383:754-762.
- [2] Maarbjerg S, Wolfram F, Gozalov A, Olesen J, Bendtsen L. Association between neurovascular contact and clinical characteristics in classical trigeminal neuralgia: a prospective clinical study using 3.0 Tesla MRI[J]. Cephalalgia, 2015, 35: 1077-1084.
- [3] Zeng C, Zhang C, Li YH, Feng X, Zhang MJ, Xiao RH, Yang HF. Recent advances of magnetic resonance neuroimaging in trigeminal neuralgia[J]. Curr Pain Headache Rep, 2021, 25:37.
- [4] Antonini G, Di Pasquale A, Cruccu G, Truini A, Morino S, Saltelli G, Romano A, Trasimeni G, Vanacore N, Bozzao A. Magnetic resonance imaging contribution for diagnosing symptomatic neurovascular contact in classical trigeminal neuralgia: a blinded case-control study and meta-analysis[J]. Pain, 2014, 155:1464-1471.
- [5] Maarbjerg S, Wolfram F, Gozalov A, Olesen J, Bendtsen L. Significance of neurovascular contact in classical trigeminal neuralgia[J]. Brain, 2015, 138(Pt 2):311-319.
- [6] Yap FY, Varghese BA, Cen SY, Hwang DH, Lei X, Desai B, Lau C, Yang LL, Fullenkamp AJ, Hajian S, Rivas M, Gupta MN, Quinn BD, Aron M, Desai MM, Aron M, Oberai AA, Gill IS, Duddalwar VA. Shape and texture-based radiomics signature on CT effectively discriminates benign from malignant renal masses[J]. Eur Radiol, 2021, 31:1011-1021.
- [7] Morbiducci U, Gallo D, Ponzini R, Massai D, Antiga L, Montevecchi FM, Redaelli A. Quantitative analysis of bulk flow in image-based hemodynamic models of the carotid bifurcation: the influence of outflow conditions as test case[J]. Ann Biomed Eng, 2010, 38:3688-3705.
- [8] Maarbjerg S, Di Stefano G, Bendtsen L, Cruccu G. Trigeminal neuralgia: diagnosis and treatment[J]. Cephalalgia, 2017, 37: 648-657.
- [9] Hughes MA, Jani RH, Fakhra S, Chang YF, Branstetter BF, Thirumala PD, Sekula RF. Significance of degree of neurovascular compression in surgery for trigeminal neuralgia [J]. J Neurosurg, 2019, 14:1-6.
- [10] Leal PR, Barbier C, Hermier M, Souza MA, Cristino-Filho G, Sindou M. Atrophic changes in the trigeminal nerves of patients with trigeminal neuralgia due to neurovascular compression and their association with the severity of compression and clinical outcomes[J]. J Neurosurg, 2014, 120:1484-1495.
- [11] Wang Z, Zhao Z, Song Z, Wang Y, Zhao Z. The application of magnetic resonance imaging (MRI) for the prediction of surgical outcomes in trigeminal neuralgia[J]. Postgrad Med, 2022, 134: 480-486.
- [12] Granata F, Vinci SL, Longo M, Bernava G, Caffo M, Cutugno M, Morabito R, Salamone I, Tomasello F, Alafaci C. Advanced virtual magnetic resonance imaging (MRI) techniques in neurovascular conflict: bidimensional image fusion and virtual cisternography[J]. Radiol Med, 2013, 118:1045-1054.
- [13] Ghislain B, Rabinstein AA, Braksick SA. Etiologies and utility of diagnostic tests in trigeminal neuropathy[J]. Mayo Clin Proc, 2022, 97:1318-1325.
- [14] Kanekar S, Saif M, Kanekar S. Imaging of cranial neuralgias [J]. Neurol Clin, 2022, 40:591-607.
- [15] Erbay SH, Bhadelia RA, O'Callaghan M, Gupta P, Riesenburger R, Krackov W, Polak JF. Nerve atrophy in severe trigeminal neuralgia. Noninvasive confirmation at MR imaging: initial experience[J]. Radiology, 2006, 238:689-692.
- [16] Qin Z, Liu Z, Zhu P, Ling W. Style transfer in conditional GANs for cross-modality synthesis of brain magnetic resonance images[J]. Comput Biol Med, 2022, 148:105928.
- [17] Chen Y, Liu X, Xu S, Huang B. Anatomy of the trigeminal nerve and its clinical significance via fusion of computed tomography and magnetic resonance imagery [J]. Pain Physician, 2022, 25:E293-E298.
- [18] Yang JM, Jiang ZK, Zhao HG, Duan HF, Zhou JS, Li QJ. Measurement of diameter of vertebral artery with 256-slice spiral CTA in healthy people[J]. Zhongguo Yi Xue Ying Xiang Ji Shu, 2012, 28:1017-1019. [杨家明, 蒋战魁, 赵好果, 段惠峰, 周建收, 李秋均. 256层螺旋CTA测量正常人椎动脉直径 [J]. 中国医学影像技术, 2012, 28:1017-1019.]
- [19] Krishnamurthy A, Nayak SR, Ganesh Kumar C, Jetti R, Prabhu LV, Ranade AV, Rai R. Morphometry of posterior cerebral artery: embryological and clinical significance [J]. Rom J Morphol Embryol, 2008, 49:43-45.
- [20] Zhang F, Zhang G, Luo H, Zhang Y, Lin J. Significance of different offending vessels and development of a potential

- screening tool for trigeminal neuralgia[J]. Eur Radiol, 2022, 32: 6435-6443.
- [21] Panczykowski DM, Jani RH, Hughes MA, Sekula RF. Development and evaluation of a preoperative trigeminal neuralgia scoring system to predict long-term outcome following microvascular decompression[J]. Neurosurgery, 2020, 87:71-79.
- [22] Yamada K, Tanaka Y, Sumita K, Nemoto S, Maehara T. Computational fluid dynamics analysis of the offending artery at sites of neurovascular compression in trigeminal neuralgia using preoperative MRI data[J]. Neurol Med Chir (Tokyo), 2019, 59: 415-422.
- [23] Satoh T, Yagi T, Onoda K, Kameda M, Sasaki T, Ichikawa T, Date I. Hemodynamic features of offending vessels at neurovascular contact in patients with trigeminal neuralgia and hemifacial spasm[J]. J Neurosurg, 2019, 130:1870-1876.
- [24] Wang W, Zhao W, Liu Z, Xia J, Wu J, Shi X. Trigeminal neuralgia increases cerebral blood flow in a focal cerebral ischemic model in rats[J]. Int J Clin Exp Med, 2015, 8:6544-6552.
- [25] Jannetta PJ. Neurovascular compression in cranial nerve and systemic disease[J]. Ann Surg, 1980, 192:518-525.
- [26] Legrady P, Voros E, Bajcsi D, Fejes I, Barzo P, Abraham G. Observations of changes of blood pressure before and after neurosurgical decompression in hypertensive patients with different types of neurovascular compression of brain stem[J]. Kidney Blood Press Res, 2013, 37(4/5):451-457.
- (收稿日期:2024-06-06)
(本文编辑:彭一帆)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

《中国现代神经疾病杂志》编辑部关于稿件作者署名、关键词选取、基金项目著录和摘要撰写的要求

《中国现代神经疾病杂志》编辑部对来稿中的作者署名、关键词选取、基金项目著录和摘要撰写的具体要求如下:

1. 作者署名 作者应是参与文稿专题研究工作的主要人员,应对全文内容负责,并能根据编辑部的修改意见进行核修,是论文的法定主权人和责任者。作者署名的次序应按参加者对论文的贡献大小排序。排序应在投稿时确定,在编排过程中不应再作更改。对仅参与提供资金或收集资料者不能列为作者;仅对科研小组进行一般管理者也不宜列为作者。集体署名的文章,必须明确该文的主要负责人(执笔者)。作者中若有外籍作者,应征得本人同意,并有证明信。对协助工作或提供资料、材料者,可放在文后致谢,但亦应事先征得被感谢人的同意。作者单位名称(应写全称)及邮政编码脚注于文章首页左下方,同时应注明通讯作者姓名及其 Email 地址。

2. 关键词选取 论著类稿件均应标引 3~5 个关键词。关键词请尽量选取美国国立医学图书馆编辑的最新版 *Index Medicus* 中医学主题词表 (*MeSH*) 内所列的词。若最新版 *MeSH* 中尚无相应的词,可根据树状结构表选取最直接的上位主题词,必要时可采用习用的自由词排列于最后。关键词中的缩写词应按 *MeSH* 还原为全称。

3. 基金项目著录 论文所涉及的课题如为国家或部、省级等基金项目或属攻关项目,应脚注于文题页左下方,并在圆括号内注明其项目编号,如:“基金项目:××××(项目编号:××××)”。基金项目名称应按照国家有关部门规定的正式名称书写,多项基金项目应以“;”隔开逐条列出。并附基金项目证明复印件。由厂商赞助的课题应在资金来源处注明。

4. 摘要撰写 论著类稿件须附中、英文摘要。摘要的内容必须包括研究背景 (Background) 或目的 (Objective)、方法 (Methods)、结果 (Results) 及结论 (Conclusions) 共四部分。一般采用第三人称撰写,不用“本文”、“作者”等主语,不列图、表,不引用文献,不加评论和解释。摘要应客观、如实地反映文章原文,不得添加原文中所没有的内容。中文摘要以不超过 800 字为宜,英文摘要应与中文摘要相对应。英文摘要中应提供正式对外交流的英文单位名称。其他各类稿件均应附简要的中英文摘要,摘要内容要客观全面地反映文章的中心内容,中英文摘要内容要一致。

《中国现代神经疾病杂志》编辑部关于稿件统计分析方法的要求

《中国现代神经疾病杂志》编辑部对来稿中的统计分析方法一律要求明确研究设计方法,以及详细描述资料性质和结果,具体要求如下:

1. 研究设计方法 要求交代研究设计的名称和主要方法。如调查设计应写明是前瞻性、回顾性还是横断面调查研究;实验设计应写明具体设计类型,如自身配对设计、成组设计、交叉设计、析因设计或正交叉设计等;临床试验设计应写明属于第几期临床试验,采用何种盲法措施等。应围绕“重复、随机、对照、均衡”四项基本原则进行概要说明,尤其要说明如何控制重要的非试验因素的干扰和影响。

2. 资料及结果的表达与描述 采用均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示近似服从正态分布的计量资料,采用中位数和四分位数间距 [$M(P_{25}, P_{75})$] 表示呈偏态分布的计量资料;采用相对数构成比 (%) 或率 (%) 表示计数资料,用相对数构成比时分母不能小于 20。应写明所用统计分析方法的具体名称、统计量具体值,应尽可能给出确切的 *P* 值;当涉及总体参数时,在给出显著性检验结果的同时,给出 95% CI。